



DÉBORAH TEIXEIRA MELO

**A MANIFESTAÇÃO DE ELEMENTOS EPISTÊMICOS NA
CONSTRUÇÃO DE ARGUMENTOS CIENTÍFICOS
INFORMADOS POR ESTUDANTES DE QUÍMICA DO
ENSINO MÉDIO, DURANTE O DESENVOLVIMENTO DE
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.**

**LAVRAS – MG
2022**

DÉBORAH TEIXEIRA MELO

**A MANIFESTAÇÃO DE ELEMENTOS EPISTÊMICOS NA CONSTRUÇÃO DE
ARGUMENTOS CIENTÍFICOS INFORMADOS POR ESTUDANTES DE QUÍMICA
DO ENSINO MÉDIO, DURANTE O DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA
DE ENSINO INVESTIGATIVA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de
concentração em Práticas Pedagógicas e Formação
Docente, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Rita de Cássia Suart
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Melo, Déborah Teixeira.

A manifestação de elementos epistêmicos na construção de argumentos científicos informados por estudantes de química do ensino médio, durante o desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa. / Déborah Teixeira Melo. - 2021.

221 p. : il.

Orientador(a): Rita de Cássia Suart.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Ensino de Química. 2. Argumentação Científica. 3. Ensino por Investigação. I. Suart, Rita de Cássia. II. Título.

DÉBORAH TEIXEIRA MELO

A MANIFESTAÇÃO DE ELEMENTOS EPISTÊMICOS NA CONSTRUÇÃO DE ARGUMENTOS CIENTÍFICOS INFORMADOS POR ESTUDANTES DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO, DURANTE O DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.

THE MANIFESTATION OF EPISTEMIC ELEMENTS IN THE CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC ARGUMENTS INFORMED BY HIGH SCHOOL CHEMISTRY STUDENTS DURING THE DEVELOPMENT OF AN INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração em Práticas Pedagógicas e Formação Docente, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em: 30 de novembro de 2021.

Dra. Marianna Meirelles Junqueira UFLA.

Dra. Susan Bruna Carneiro Aragão USP.

Profa. Dra. Rita de Cássia Suart
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

*Ao meu companheiro Vitor Hugo.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por sempre caminhar ao meu lado e providenciar as melhores experiências que me ajudam a evoluir enquanto ser humano.

Com amor agradeço à minha mãe Maria Inês, ao meu pai José de Paiva, aos meus irmãos Riane, Thiago e Laísa, pelo apoio em todas às minhas escolhas.

À Maria Beatriz e ao José Miguel por serem os espíritos de luz, que me ensinam a sentir o mais profundo, sincero e pleno amor.

À Rita, minha orientadora que muito contribuiu e ajudou nessa caminhada de inúmeras superações. Carrego em minha bagagem imensa gratidão por você ter aceitado esse desafio. Sua paciência, sabedoria, suas orientações, acolhimento e claro, os seus “balõezinhos” contribuíram muito para o meu constante processo de aprendizado enquanto profissional e ser humano.

Ao Vitor Hugo, meu companheiro, pelo amor, pelo cuidado e por todo o apoio recebido em todas as decisões e desafios enfrentados nessa etapa.

À Isabely por abrir a porta desse caminho que percorri até o momento.

Às professoras Josy e Marianna. Obrigada por me selecionarem para essa etapa da minha formação profissional.

À Luanna e ao Júlio por ser quem são do “jeitinho” que são, pois assim vocês me deram a chance de ser quem sou, de superar desafios e crises de ansiedade, de chorar e perceber o que realmente importa, de me envolver em conversas sérias e profundas, de ressignificar a rodovia BR-265 com muito choro, muitas angustias, muitas alegrias, muitas risadas, com muita música, e muito amor. Obrigada pela amizade e por serem seres humanos que me inspiram e me incentivam.

Às queridas Marcela, Anna, Fran, Débora e Stéfanni, pelas enriquecedoras discussões e sugestões.

À professora Juliana, pelo carinho, atenção e pelas contribuições.

À minha companheira de vida, Sá, pela presença durante as incontáveis horas de leitura, de escrita e por ouvir com toda elegância meus mais confusos e angustiados pensamentos.

Aos estudantes B, D, T e Y, por participarem deste trabalho com tanto empenho e dedicação.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela oportunidade de formação continuada concedida.

RESUMO

No decorrer das duas últimas décadas, tem-se intensificado as discussões sobre as potencialidades e limitações sobre o ensino da argumentação científica no contexto do ensino de Ciências. Nesse sentido a presente pesquisa busca contribuir com essas discussões. Tendo como questão orientadora: de que maneiras se relacionam a construção epistêmica de argumentos científicos e a promoção de Alfabetização Científica, de Alfabetização Química e a manifestação de Habilidades Cognitivas no ensino de Química na Educação Básica? Objetivando investigar a construção de argumentos científicos informados a partir do ensino dos elementos epistêmicos e a manifestação de habilidades de Alfabetização Científica, de Alfabetização Química e, Cognitivas. Visando obter respostas para essa questão, foi elaborada e desenvolvida uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que visou promover condições para o desenvolvimento de orientações e discussões sobre os elementos epistêmicos, de modo a possibilitar a construção de argumentos científicos informados, associada ao conteúdo químico de soluções, visando à promoção de Alfabetização Científica (AC), Alfabetização Química (AQ) e a manifestação de Habilidades Cognitivas (HC). Devido à pandemia do COVID-19, a SEI, foi desenvolvida de forma remota, possibilitando assim a participação de estudantes do primeiro e do terceiro ano do Ensino Médio de escolas públicas de duas cidades distintas, ambas situadas em Minas Gerais. O corpus desta pesquisa foi constituído a partir do desenvolvimento da SEI, na qual possibilitou o envolvimento dos estudantes em discussões sobre o glifosato, o conteúdo químico de soluções considerando as abordagens, macroscópica, submicroscópica, e simbólica, e ainda, sobre os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados. A análise dos dados possibilitou o desenvolvimento de discussões sobre as potencialidades e limitações do desenvolvimento da SEI, sobre a construção dos argumentos pelos estudantes, e ainda, discussões sobre as relações entre a construção de argumentos científicos informados considerando os elementos epistêmicos (EE) e a manifestação de habilidades de AC, de AQ e de HC. Utilizamos como aporte teórico para a elaboração da SEI e também para a análise dos dados os elementos epistêmicos para a validação de argumentos científicos propostos por Sandoval e Reiser (2004), os níveis de Alfabetização Científica, propostos por Bybee (1997), as dimensões de Alfabetização Química de Shwartz, Ben-Zvi e Hofstein (2006), e os níveis de Habilidades Cognitivas de Suart (2008). Os resultados possibilitaram inferir uma relação profícua entre o ensino dos elementos epistêmicos e a construção de argumentos científicos informados, e também, relações entre a construção de argumentos científicos e a manifestação pelos estudantes de habilidades de níveis e dimensões superiores de AC, AQ e HC. Esperamos que a presente pesquisa possa contribuir com o desenvolvimento de pesquisas futuras que visam o ensino da argumentação no ensino de Ciências

Palavras-chave: Ensino de Química. Argumentação Científica. Ensino por Investigação.

ABSTRACT

During the last two decades, discussions about the potential and limitations of the teaching of scientific argumentation in the context of science teaching have intensified. In this sense, the present research seeks to contribute to these discussions. Having as a guiding question: in what ways are the epistemic construction of scientific arguments and the promotion of Scientific Literacy, Chemical Literacy and the manifestation of Cognitive Abilities in the teaching of Chemistry in Basic Education? Aiming to investigate the construction of scientific arguments informed from the teaching of epistemic elements and the manifestation of Scientific Literacy, Chemical Literacy and Cognitive skills. In order to obtain answers to this question, an Investigative Teaching Sequence (SEI) was designed and developed, which aimed to promote conditions for the development of guidelines and discussions on epistemic elements, in order to enable the construction of informed scientific arguments, associated with the content chemical solutions, aimed at promoting Scientific Literacy (AC), Chemical Literacy (AQ) and the manifestation of Cognitive Abilities (HC). Due to the COVID-19 pandemic, SEI was developed remotely, thus enabling the participation of first and second year high school students from public schools in two different cities, both located in Minas Gerais. The corpus of this research was constituted from the development of SEI, in which it enabled the involvement of students in discussions about glyphosate, the chemical content of solutions considering the macroscopic, submicroscopic and symbolic approaches, and also, about the epistemic elements for the construction of informed scientific arguments. Data analysis enabled the development of discussions about the potential and limitations of the development of SEI, about the construction of arguments by students, and also, discussions about the relationships between the construction of informed scientific arguments considering the epistemic elements (EE) and the manifestation of AC, AQ and HC skills. We used as theoretical support for the elaboration of the SEI and also for the analysis of the data, the epistemic elements for the validation of scientific arguments proposed by Sandoval and Reiser (2004), the levels of Scientific Literacy, proposed by Bybee (1997), the dimensions of Chemical Literacy by Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006), and the levels of Cognitive Abilities by Suart (2008). The results made it possible to infer a fruitful relationship between the teaching of epistemic elements and the construction of informed scientific arguments, and also, relations between the construction of scientific arguments and the manifestation by the students of abilities of higher levels and dimensions of AC, AQ and HC. We hope that this research can contribute to the development of future research aimed at teaching argumentation in science teaching.

Keywords: Chemistry Teaching. Scientific Argumentation. Teaching by Research.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Definindo Argumentação.....	14
2.2	Argumentação como Prática Epistêmica.....	17
2.3	Elementos Epistêmicos da Argumentação Científica.....	21
2.4	Promoção de Alfabetização Científica e Alfabetização Química por meio dos Elementos Epistêmicos da Argumentação.....	23
2.5	Relação entre as Habilidades Cognitivas e a Argumentação Científica.....	25
2.6	Sequência de Aulas por Investigação.....	28
3	ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	32
4	METODOLOGIA.....	44
4.1	Características da pesquisa.....	44
4.2	Público alvo.....	46
4.3	Constituição dos Dados.....	47
4.3.2.1	Primeira Aula.....	53
4.3.2.2	Segunda Aula.....	57
4.3.2.3	Terceira Aula.....	60
4.3.2.5	Sexta Aula.....	71
4.3.2.6	Sétima Aula.....	72
4.3.2.7	Oitava Aula.....	78
4.3.2.8	Nona Aula.....	83
4.3.2.9	Décima Aula.....	86
4.3.2.10	Décima Primeira Aula.....	89
4.3.2.11	Décima Segunda Aula.....	94
4.3.2.12	Décima Terceira Aula.....	99
4.4	Categorias de Análise.....	101
4.5	Análise dos Dados.....	105
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	108
5.1	Primeiros argumentos individuais construídos pelos estudantes.....	108
5.2	Primeiro Argumento Coletivo.....	118

5.3	Segundos argumentos individuais e coletivos construídos pelos estudantes....	122
5.4	Segundo argumento coletivo.....	151
5.5	Manifestação dos Elementos Epistêmicos.....	163
5.6	Relação entre a Manifestação de Elementos Epistêmicos e de Habilidades de Alfabetização Científica.....	164
5.7	Relação entre a Manifestação de Elementos Epistêmicos e de Habilidades de Alfabetização Química.....	170
5.8	Relação entre a Manifestação de Elementos Epistêmicos e de Habilidades Cognitivas.....	176
5.9	Considerações sobre a mediação da pesquisadora durante o processo de construção dos argumentos científicos informados.....	178
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	181
	REFERÊNCIAS.....	185
	APÊNDICE A – Atividade 1: Questionário Prévio.....	187
	APÊNDICE B- Atividade 2: Situação Problema.....	190
	APÊNDICE C - Atividade 3: Analisando um argumento científico.....	191
	APÊNDICE D - Atividade 4: Roteiro Experimental.....	193
	APÊNDICE E - Atividade 5: Preparo e diluição de soluções.....	195
	APÊNDICE F - Atividade 6: Questões e orientações para a simulação utilizando o software PhET: Soluções de Açúcar e Sal.....	196
	APÊNDICE G - Atividade 7: Cálculo de concentração e diluição.....	200
	APÊNDICE H - Atividade 8: Avaliação e reconstrução do argumento individual.	204
	APÊNDICE I - Atividade 9: Avaliação e reconstrução do argumento coletivo.	205
	APÊNDICE J – Texto para elaboração do vídeo.	206
	APÊNDICE K - Atividade 11: Interpretando o vídeo.	212
	APÊNDICE L - Atividade 13: Construção individual de argumentos científicos.	213
	APÊNDICE M - Atividade 14: Construção do argumento individual final	214
	APÊNDICE N - Atividade 15: Construção do argumento coletivo final	215
	APÊNDICE O - Atividade 16: Questionário Pós.	216
	ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.	218

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas na área de ensino de Ciências têm sido desenvolvidas visando superar os desafios e dificuldades dos processos de ensino e de aprendizagem, tanto na Educação Básica como na Superior. Essas pesquisas apresentam inúmeros e distintos objetivos, discutem contribuições relevantes para o ensino de Ciências, como por exemplo, o desenvolvimento científico da sociedade, a promoção do conhecimento científico, a elaboração de estratégias, metodologias e abordagens, a reelaboração de cursos de formação de professores, reformulação de materiais didáticos entre outros (SANTOS; PORTO, 2013).

Ao direcionar a atenção para algumas contribuições relevantes de pesquisas que visam à elaboração e o desenvolvimento de estratégias, metodologias e abordagens, considera-se importante ressaltar as pesquisas que se orientam pela perspectiva construtivista, uma vez que o desenvolvimento desta investigação, objetiva convergir com os pressupostos da referida perspectiva.

As interpretações e discussões em torno da perspectiva construtivista são diversas (MORTIMER, 1996), entretanto, há um ponto de convergência entre estas, ponto esse que destaca a importância da participação ativa dos estudantes na construção de seu conhecimento, podendo assim, serem promovidas condições que contribuem com os processos de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos.

Sendo assim, as estratégias, metodologias e abordagens elaboradas e desenvolvidas com base na perspectiva construtivista podem contribuir para a formação mais cidadã e crítica do estudante, uma vez que, envolvendo-se com autonomia na construção de seu próprio conhecimento, o estudante pode desenvolver habilidades como, criticidade, tomada de decisões e posicionamento, podendo assim, atuar de forma crítica na sociedade.

A prática docente orientada pela perspectiva construtivista pode contribuir, também, para o envolvimento dos estudantes em processos cognitivos e epistemológicos, podendo assim, favorecer os processos de ensino e aprendizagem do conhecimento científico, por meio do envolvimento dos estudantes em atividades de discussões entre os pares, elaboração e teste de hipóteses, de raciocínios e explicações.

Os processos epistemológicos podem ser promovidos em sala de aula, por meio do envolvimento dos estudantes em práticas epistêmicas. As práticas epistêmicas são conceituadas como sendo, “formas socialmente organizadas e realizadas pela interação que os membros de um grupo propõem, comunicam, avaliam e legitimam o que é reconhecido como conhecimento” (KELLY; LICONA, 2018, p. 139). Não entendemos as práticas epistêmicas

como um conjunto definido de ações e/ou formas epistêmicas, mas sim como sendo ações que podem ser desenvolvidas e promovidas em sala de aula e que variam de acordo com os objetivos pedagógicos.

Assim como os processos epistemológicos, os processos cognitivos também podem ser promovidos em sala de aula, por meio da proposição de atividades que possam “oferecer ao estudante a oportunidade de pensar sobre o problema, resolvê-lo, relatar e discutir suas ideias” (SUART, 2008, p.39).

Nesse sentido, consideramos que promover condições para o envolvimento dos estudantes nos processos da argumentação, pode contribuir também com o envolvimento deles nos processos epistemológicos e cognitivos, de modo a potencializar os processos de ensino e de aprendizagem do ensino de Ciências.

Entendemos que, promover no contexto de sala de aula, atividades que visam o envolvimento dos estudantes nos processos da argumentação, pode favorecer os processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos inerentes ao ensino de Química, de modo a possibilitar o envolvimento dos estudantes em práticas epistêmicas promovidas pela argumentação, contribuindo assim, para a atuação dos estudantes com autonomia, nos processos de aprendizagem para a construção de seu conhecimento.

Entretanto, é importante ressaltar que algumas pesquisas que visam o desenvolvimento da argumentação no ensino de Ciências (ALMEIDA, 2018; FERRAZ, 2015; SANDOVAL, 2003; SANDOVAL; REISER, 2004), documentam a dificuldade apresentada pelos estudantes em construir argumentos. Essa dificuldade é manifestada pelos estudantes, tanto em relação à estrutura, quanto em relação à validade desses argumentos.

Essas pesquisas destacam ainda, que são inúmeras as contribuições para a permanência dessa dificuldade, como por exemplo, a abordagem tradicional de ensino, na qual pouco espaço é promovido para que os estudantes elaborem e expressem seus argumentos; a ausência de interdisciplinaridade entre as atividades propostas em sala de aula, dificultando o desenvolvimento de habilidades de relações entre as diversas áreas do conhecimento científico, promovido no contexto escolar; entre outras.

De encontro à permanência dessas dificuldades, anteriormente ressaltadas, a presente pesquisa visa promover, no contexto do ensino de Química, o envolvimento ativo e com

autonomia dos estudantes em práticas epistêmicas, quando orientados, diretamente, sobre os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados¹.

Considerando a hipótese que, se ensinarmos os estudantes os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, então os estudantes poderão construir argumentos científicos informados e epistemicamente estruturados, podendo também manifestar em seus argumentos escritos habilidades argumentativas, cognitivas e habilidades de Alfabetização Científica e Química.

Nesse sentido, a presente pesquisa objetiva investigar a construção de argumentos científicos informados a partir do ensino dos elementos epistêmicos e a manifestação de habilidades de Alfabetização Científica, de Alfabetização Química e, Cognitivas, de modo a possibilitar a obtenção de respostas para a questão de pesquisa: de que maneiras se relacionam a construção epistêmica de argumentos científicos informados e a promoção de Alfabetização Científica, de Alfabetização Química e a manifestação de Habilidades Cognitivas no ensino de Química na Educação Básica?

Portanto, visando constituir dados que pudessem nos ajudar a responder à questão orientadora desta pesquisa, foi proposta a elaboração e o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que buscou promover, por meio da abordagem do Ensino por Investigação, condições para que os estudantes construíssem argumentos científicos informados e epistemicamente estruturados; que construíssem o conhecimento químico sobre o conteúdo de soluções e sobre os conhecimentos científicos relacionados ao glifosato, podendo então, manifestar habilidades para a construção de argumentos científicos informados, expressando assim, posicionamento crítico sobre a temática abordada na SEI, e ainda, manifestarem habilidades que permitissem a inferência sobre a promoção de Alfabetização Científica, Alfabetização Química e Habilidades Cognitivas de ordem superior.

Desse modo, esta pesquisa apresenta características qualitativas (BOGDAN; BIKLEN, 1994), uma vez que a pesquisadora atuou diretamente na constituição do corpus desta pesquisa, utilizando como instrumentos de coleta de dados, questionários prévios e pós, produção de materiais textuais pelos estudantes e gravação em áudio e em vídeo das aulas ministradas, para posteriores transcrições.

¹ Entendemos que argumentos científicos informados, são construídos a partir de conhecimento científico. Por sua vez, consideramos o conhecimento científico, um conhecimento orientado por informações e/ou conceitos químicos, históricos, políticos, econômicos, ambientais e sociais, discutidos no contexto desta pesquisa.

O presente trabalho foi organizado da seguinte forma: no capítulo dois, apresenta-se o referencial teórico abordando pressupostos teóricos que orientaram o desenvolvimento desta pesquisa.

No capítulo três é apresentada a revisão bibliográfica de pesquisas que abordam propostas para o desenvolvimento da argumentação no ensino de Ciências, visando ressaltar as contribuições destas para reforçar a importância do desenvolvimento da argumentação no contexto de sala de aula no ensino de Ciências.

No capítulo quatro, é apresentada a metodologia desenvolvida para a constituição do corpus desta pesquisa, assim como também buscamos apresentar o planejamento e desenvolvimento das aulas e das atividades. Ainda neste capítulo, destacamos os instrumentos para a coleta de dados e as categorias a priori consideradas para a análise dos dados. Nesse capítulo é apresentada, também, a sequência de aulas proposta para a constituição dos dados, visando discutir os objetivos e aportes teóricos para a elaboração da SEI.

No capítulo cinco, é apresentada a análise e discussão dos dados obtidos a partir das categorias a priori consideradas nesta pesquisa.

Finalizamos este trabalho com o capítulo seis, no qual destacamos algumas considerações finais e também algumas perspectivas futuras.

Sendo assim, esperamos que esta pesquisa, possa contribuir com a manifestação de Habilidades Argumentativas, Habilidades Cognitivas e também, para a promoção de Alfabetização Científica e Alfabetização Química de estudantes da Educação Básica. Esperamos ainda, que este trabalho possa contribuir com professores, estudantes e pesquisadores, que consideram a argumentação como uma perspectiva relevante que pode contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem no ensino de Ciências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os referenciais teóricos que orientaram o desenvolvimento desta pesquisa, organizados em seis subseções, de modo que, na primeira são apresentadas definições sobre o que é reconhecido como argumentação científica. Buscamos nessa subseção apresentar discussões de alguns autores sobre os termos, argumento e argumentação, de modo que, a partir dessas discussões, ressaltar o que consideramos sobre argumento e argumentação no contexto desta pesquisa.

A segunda subseção tem como objetivo apresentar as práticas epistêmicas, de modo a discutir e relacionar a habilidade de argumentação como sendo uma prática epistêmica que pode envolver os estudantes em várias outras práticas epistêmicas distintas e importantes no ensino de Ciências.

Na terceira subseção são apresentados os elementos epistêmicos da argumentação científica, que subsidiam o desenvolvimento desta pesquisa.

Na quarta subseção são discutidos os objetivos da Alfabetização Científica e da Alfabetização Química, visando apresentar algumas relações com os elementos epistêmicos da argumentação científica.

Na quinta subseção deste capítulo, são apresentados os níveis de Habilidades Cognitivas.

Na sexta subseção deste capítulo, são apresentadas algumas considerações sobre o Ensino por Investigação, abordagem considerada para a elaboração e desenvolvimento da sequência de aulas, que possibilitou a constituição do corpus desta pesquisa.

2.1 Definindo Argumentação.

Com o objetivo de elucidar o amplo conceito de argumentação, Ferraz (2015), considera:

Conceber e definir um conceito são sempre atividades complexas, pois 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 (FERRAZ, 2015, p. 35).

Portanto, visa-se nessa subseção apresentar algumas interpretações relatadas na literatura, sobre o que é reconhecido como argumento e argumentação, e a partir delas, discutir os aspectos da argumentação considerados nesta pesquisa.

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) destacam a importante distinção entre os termos argumento e argumentação, de modo que o termo argumento refere-se ao produto, o resultado do discurso, e o termo argumentação para o discurso argumentativo, para o processo dialógico social.

Os autores supracitados consideram a “argumentação como uma prática discursiva, enquadrada nas práticas envolvidas na construção do conhecimento” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015, p.143). Entendem-se como práticas envolvidas na construção do conhecimento, as práticas epistêmicas, (discutidas na subseção 2.2 deste capítulo), desse modo, os autores reforçam a perspectiva de interpretar a argumentação como uma prática epistêmica.

Sobre as ações argumentativas, ou seja, as ações envolvidas nos processos desenvolvidos para a argumentação, os autores destacam que “são as ações de formular conclusões, sustentá-las com evidências ou avaliar conclusões ou evidências” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015, p.144).

Ainda sobre as relevantes contribuições do trabalho desses autores, sobre o que é reconhecido como argumento, Jiménez-Aleixandre e Brocos ressaltam que,

O que conta como argumento são as interações discursivas ou linguísticas que implicam em contraste entre duas ou mais posições ou significados, ou processos de negociação [...], devendo incluir pelo menos dados (evidências) e/ou justificativas, ademais da conclusão (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015, p.144).

Ainda considerando a discussão sobre o que é reconhecido como argumentação, as autoras Sá e Queiroz (2007, p. 2035), pontuam que a “argumentação é uma atividade social, intelectual e verbal, utilizada para justificar ou refutar uma opinião, e que consiste em fazer declarações levando em consideração o receptor e a finalidade com a qual se emite”.

As autoras ainda apontam que, “para argumentar é necessário escolher entre diferentes opções ou explicações e raciocinar sobre os critérios que permitem avaliar como mais adequada à opção escolhida” (SÁ; QUEIROZ, 2007, p.2035). Essa consideração das autoras reforça, também, a contextualização da argumentação como prática epistêmica, uma vez que raciocinar e avaliar, de modo a justificar uma escolha são práticas consideradas epistêmicas (KELLY; LICONA, 2018), que podem ser desenvolvidas pelos estudantes na construção do conhecimento.

Convergindo com as conceitualizações sobre argumentações supracitadas, Sandoval e Reiser (2004) consideram, também, a argumentação como uma prática, inserida no conjunto de práticas epistêmicas. Os autores discutem os elementos epistêmicos para a validação de argumentos construídos, de modo a considerar como argumentos válidos, os que apresentam pelo menos, os elementos, Coerência Causal e Apoio Probatório² (Uso de Evidências).

De acordo com os autores:

O elemento de coerência causal incorpora dois objetivos epistêmicos para as explicações científicas: 1) que os estudantes articulem elementos causais para explicar fenômenos; e 2) que as relações de causas e seus efeitos sejam coerentes (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 09, tradução da autora).

De acordo com os autores, a Coerência Causal pode indicar como os estudantes compreendem e conseguem aplicar a teoria conceitual desenvolvida nas atividades de investigação, para a construção de explicações científicas.

O elemento de Apoio Probatório (Uso de Evidências), de acordo com os autores, “reflete a ideia de que as explicações são construídas para explicar padrões de dados/evidências e, portanto, deve ficar claro como os dados/evidências se relacionam com as explicações construídas pelos estudantes” (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 09, tradução da autora).

Ainda de acordo com os autores, esse elemento epistêmico pode indicar como os estudantes interpretam os dados disponíveis e utilizam os dados/evidências para apoiar suas explicações.

Considerando as definições sobre argumentação anteriormente apresentadas, e em concordância com os referenciais supracitados, visando convergir essas definições, com os objetivos desta pesquisa, consideramos, nesta pesquisa, a argumentação como sendo uma habilidade que envolve práticas discursivas e epistêmicas que mobilizam diferentes aspectos epistêmicos necessários para a construção de argumentos científicos informados, podendo ser, um processo intelectual e verbal, individual e coletivo, resultando em um produto, sendo este considerado como o argumento construído, por meio dos processos da argumentação. O argumento científico, por sua vez, deve apresentar uma conclusão ou um posicionamento, e pelo menos os elementos Coerência Causal e Uso de Evidências (Apoio Probatório).

Ao conceituar a argumentação no contexto desta pesquisa, faz-se necessário discutir a argumentação como prática epistêmica, uma vez que, entre distintas perspectivas para

² A utilização do termo Apoio Probatório pelos autores, Sandoval e Reiser (2004), foi substituído no contexto desta pesquisa pelo termo Uso de Evidências, por consideramos ser mais compreensível para os estudantes, uma vez que, apresentamos a rubrica desses elementos a eles, na constituição do corpus desta pesquisa.

interpretar a argumentação científica, considera-se no contexto desta pesquisa, a argumentação como uma prática epistêmica, apresentada na subseção a seguir.

2.2 Argumentação como Prática Epistêmica.

Visando ressaltar as práticas epistêmicas que podem ser promovidas no ensino de Ciências, por meio do desenvolvimento da argumentação científica, no contexto de sala de aula, faz-se necessário, inicialmente, conceituar o que é reconhecido como práticas epistêmicas.

De acordo com Kelly e Licona (2018, p. 140, tradução da autora) “as práticas epistêmicas são as formas socialmente organizadas e realizadas pela interação que os membros de um grupo propõem, comunicam, avaliam e legitimam reivindicações de conhecimento”.

Ainda de acordo como os autores, as práticas epistêmicas emergem das interações sociais e são desenvolvidas de acordo com a organização, características e individualidades dos membros que compõem os diversos grupos, mas também de acordo com o que é reconhecido como conhecimento pelo grupo.

De acordo com os autores, propor, comunicar, avaliar e legitimar reivindicações de conhecimento são categorias de práticas epistêmicas, que abrangem inúmeras e diversas práticas, de modo que,

Na educação, existem várias formas de práticas epistêmicas que variam com os objetivos pedagógicos relevantes [...] não havendo um conjunto limitado de práticas, uma vez que, as práticas epistêmicas dependem do campo e do tempo, variando assim, de acordo com os desafios da produção do conhecimento (KELLY, LICONA, 2018, p.145, tradução da autora).

Ou seja, ao considerar o contexto do ensino de Ciências, as práticas epistêmicas emergem de acordo com os objetivos pedagógicos, com características peculiares e relacionadas com os objetivos pedagógicos de cada disciplina e de cada conhecimento a ser construído. Como destacam os autores, “as práticas epistêmicas que emergem durante uma investigação em laboratório, podem ser significativamente distintas das práticas epistêmicas que emergem durante um debate envolvendo questões sociocientíficas” (KELLY, LICONA, 2018, p.144, tradução da autora), isso porque os objetivos pedagógicos de interesse em aulas de laboratório podem ser, por exemplo, observar, obter e analisar dados, bem como elaborar explicações científicas para justificar os dados obtidos. Já em um debate, os objetivos pedagógicos podem ser elaborar, avaliar e apresentar argumentos, elaborar refutações e avaliar evidências.

Nesse sentido, Kelly e Licona (2018) apresentam, em sua pesquisa, alguns exemplos de práticas epistêmicas relacionadas a alguns objetivos pedagógicos no ensino de Ciências. As práticas epistêmicas apresentadas pelos autores distinguem-se de acordo com os interesses e ênfase direcionados para a aprendizagem de Ciências, nos quais são valorizados diferentes objetivos, conceituais, epistêmicos e sociais.

Kelly e Licona (2018) discutem as distintas práticas epistêmicas para as categorias propor, comunicar, avaliar e legitimar, de acordo com três tipos de currículos para a aprendizagem em Ciências, que são apresentados no Quadro 1, como abordagens disciplinares de Investigação Científica, Engenharia e Questões Sociocientíficas.

Ao promover no ensino de Ciências, condições que favoreçam o envolvimento dos estudantes em práticas epistêmicas, como as destacadas no Quadro 1, pode-se contribuir para a promoção de condições em que os estudantes possam agir com autonomia, possibilitando que atuem ativamente na construção de seu conhecimento, podendo dessa forma, favorecer, também, as discussões entre os pares, o levantamento e teste de hipóteses, a elaboração e avaliação de explicações científicas.

Considerando os exemplos de práticas epistêmicas propostas por Kelly e Licona (2018), é possível inferir que os objetivos desta pesquisa se relacionam, ora com as práticas epistêmicas da abordagem disciplinar investigação científica, ora com as práticas epistêmicas da abordagem disciplinar questões sociocientíficas. Isso porque a abordagem disciplinar investigação científica abordada pelos autores, se aproxima dos pressupostos da abordagem do Ensino por Investigação que orientou a constituição do corpus desta pesquisa, e se relaciona, também, com as práticas epistêmicas propostas na abordagem disciplinar sociocientífica, no que se refere à abordagem epistemológica considerada nesta pesquisa, visando o desenvolvimento da argumentação científica.

Algumas práticas epistêmicas que podem emergir na abordagem disciplinar de engenharia, não se relacionam com os objetivos desta pesquisa, como por exemplo, às direcionadas ao cliente.

No Quadro 1 a seguir, são apresentadas as práticas epistêmicas propostas por Kelly e Licona (2018).

Quadro 1 - Exemplos ilustrativos de práticas epistêmicas.

Categorias	Investigação Científica	Engenharia	Questões sociocientíficas
Práticas Epistêmicas			
Propor	Colocar questões científicas. Projetar investigações científicas para responder perguntas. Fazer observações. Prever evidências relevantes baseadas em uma investigação. Construir e refinar modelos.	Identificar problemas. Considerar problemas no contexto. Aplicar conceitos científicos e raciocínio. Aplicar raciocínio matemático. Prever várias soluções. Persistir e aprender com o fracasso. Usar o pensamento sistêmico.	Colocar perguntas - científicas, econômicas, morais, religiosas, ecológicas. Projetar investigações para responder perguntas. Balancear várias linhas de raciocínio. Construir refutação.
Comunicar	Desenvolver uma linha científica de raciocínio. Fornecer justificativa disciplinar específica para reivindicações de conhecimento. Escrever explicação científica (relatório de laboratório). Comunicar explicação científica verbal. Construir explicação científica baseada em evidências e raciocínio.	Desenvolver comunicação eficaz nas equipes de trabalho. Justificar o design de projetos para determinadas restrições. Desenvolver comunicação com o cliente.	Construir evidências com base em investigações. Tomar posição. Construir argumentos (múltiplos) com base em evidências e raciocínio. Apresentar argumento. Participar de um debate ou encenação.
Avaliar	Avaliar o mérito de uma alegação, evidência ou modelo científico. Avaliar linhas de raciocínio científico. Avaliar explicação científica. Considerar explicações alternativas.	Fazer trocas entre critérios e restrições. Usar dados para orientar a tomada de decisão. Valorizar restrições e necessidades do cliente.	Avaliar méritos de uma afirmação científica. Avaliar evidências (o que conta como evidência - moral, ética, científica, etc.). Avaliar linhas e tipos de raciocínio. Avaliar argumentos holisticamente.
Legitimar	Construir consenso em grupo para explicações cientificamente sólidas, de acordo com o valor da explicação que mais se aproxima de teorias cientificamente aceitas preexistentes. Reconhecer o conhecimento por comunidade epistêmica relevante.	Considerar as implicações das soluções. Tomar decisões baseadas em evidências. Reconhecer a avaliação da tecnologia bem-sucedida pelo cliente.	Construir consenso ou aceitação do argumento mais convincente. Reconhecer o valor das posições adotadas em debate.

Fonte: Kelly e Licona (2018, p. 156 – 157, tradução da autora).

Entretanto, apresentamos no Quadro 1, todas as práticas epistêmicas propostas pelos autores para essa categoria, visando promover, ao leitor, ampla compreensão sobre as distintas práticas epistêmicas que podem ser promovidas de acordo com os objetivos pedagógicos de interesse.

Ao analisar algumas das práticas epistêmicas apresentadas pelos autores, tais como, prevendo evidências relevantes baseadas em uma investigação; construindo uma explicação científica baseada em evidência e raciocínio; construindo uma refutação; construindo evidências com base em investigações; tomando uma posição; construindo argumentos com base em evidências e raciocínio; apresentando um argumento; participando de um debate; avaliando méritos de uma afirmação científica; avaliando evidências (considerando o que conta como evidência); avaliando linhas e tipos de raciocínio; construindo consenso ou aceitação de um argumento; (KELLY; LICONA, 2018), é possível elaborar relações entre a argumentação científica e o envolvimento dos estudantes com as práticas epistêmicas, uma vez que a construção de argumentos orais e/ou escritos pode envolver os estudantes nas práticas epistêmicas anteriormente ressaltadas, assim como também, em outras práticas epistêmicas, possibilitando assim, a construção do conhecimento sobre argumentação científica, conteúdos específicos do ensino de Ciências, mas também contribuir com o posicionamento crítico, tomada de decisões e a promoção de Alfabetização Científica, Alfabetização Química e também de Habilidades Cognitivas.

Desse modo, têm-se como proposta nesta pesquisa, promover condições para a manifestação de habilidades argumentativas por estudantes, no ensino de Química, por meio do seu envolvimento em práticas epistêmicas, visando, dessa forma, contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos químicos.

Ao apresentarmos a discussão que relaciona a argumentação científica com as práticas epistêmicas, consideramos importante direcionar a discussão para a apresentação dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, propostos por Sandoval e Reiser (2004).

Nesse sentido, destacamos na próxima subseção, algumas considerações apresentadas no trabalho dos autores supracitados, assim como também os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados.

2.3 Elementos Epistêmicos da Argumentação Científica.

Nessa subseção, temos o objetivo de apresentar e discutir algumas considerações apresentadas por Sandoval (2003) e Sandoval e Reiser (2004), de modo a destacar as contribuições desses trabalhos para o desenvolvimento desta pesquisa.

Sandoval (2003) considera que:

Os estudantes não definiram dados relevantes para suas explicações; os estudantes construíram explicações para os dados e não compreenderam que os dados não eram para serem explicados, e sim para dar apoio às explicações construídas pelos estudantes; as guias de explicação do software apresentaram deficiências para auxiliar os estudantes em resolver as ambiguidades nos dados, o que contribuiu para a confusão e dificuldade dos estudantes em selecionar dados relevantes para suas explicações bem como na compreensão de que os dados deveriam apoiar suas explicações; os estudantes compreenderam que deveriam valer-se da teoria da seleção natural, e foram capazes de construir explicações com coerência causal, orientados pelo software, mas poucos grupos construíram explicações válidas, um elemento que evidenciaria a interpretação dos dados nas explicações (SANDOVAL, 2003, p. 29-38, tradução da autora).

A partir dessa consideração, inferimos importante estabelecer algumas relações com o trabalho posterior de Sandoval e Reiser (2004), no qual os autores propõem alterações visando à superação pelos estudantes das dificuldades supracitadas. Desse modo os autores sugerem melhorias nas guias de explicação do software utilizado, visando superar as ambiguidades dos dados e auxiliar os estudantes a articularem suas compreensões sobre a investigação dos pássaros de Galápagos (SANDOVAL, 2003), de forma epistêmica, de modo que as “guias fornecessem suporte epistêmico explícito para auxiliar os estudantes a estruturarem suas explicações, deixando claro quando as explicações dos estudantes eram apoiadas com evidências ou não, assim como, que perguntas haviam sido respondidas ou não, e, assim por diante” (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 367, tradução da autora).

Essa conclusão obtida por Sandoval (2003), a qual foi revisada por Sandoval e Reiser (2004), fornece a seguinte consideração no trabalho com Reiser:

Os estudantes articularam com sucesso as explicações causais e os dados citados para fundamentar suas afirmações, foi parcialmente resultado de seus professores definirem as expectativas para o desempenho dos estudantes, e também ao explicitarem aos estudantes, essas expectativas em uma rubrica nas guias do Software Explanation Constructor (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 367, tradução da autora).

O sucesso na articulação das explicações pelos estudantes é evidenciado pelo fato de “que os estudantes citaram muito mais dados do que os estudantes da pesquisa anterior,” de Sandoval, em 2003, (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 368, tradução da autora). Os autores acrescentam: “que as mudanças no software tornaram a relação de evidências com

reivindicações mais visíveis aos estudantes, contribuindo, assim, com a construção de explicações com maior citação de dados” (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 368, tradução da autora).

No contexto desta pesquisa, essas considerações apresentadas, tanto por Sandoval (2003), quanto por Sandoval e Reiser (2004), motivaram a elaboração e desenvolvimento da SEI, que possibilitou a constituição do corpus desta pesquisa, mas também orientou a análise dos dados obtidos.

Nesse sentido, consideramos importante apresentar os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados apresentados por Sandoval e Reiser (2004), destacados no Quadro 2, que foram considerados também, como uma das categorias a priori para a análise e discussão dos dados.

Quadro 2 - Elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados.

Elemento	Descrição
Coerência causal.	Explicações/argumentações científicas são explicações causais. São enunciados sobre como uma situação causa outra. Elas explicam como ou por que as coisas acontecem. A maioria das explicações/argumentações científicas envolvem relações de causa e efeito: A causa B, que causa C, e causa D.
Uso de dados/ evidências.	As explicações/argumentações científicas são científicas porque são baseadas em padrões de dados/evidências. Deve-se considerar a lógica para vincular os dados/evidências para apoiar suas explicações. É importante citar dados e vincular esses dados, especificamente, para apoiar partes de suas explicações.
Descartar explicações alternativas.	Como a maioria dos cientistas, rejeitar ideias ao longo do caminho, é um processo natural, para determinar o que é considerado como a melhor explicação. Não é possível ter certeza de que se tem a melhor explicação se não considerou explicações alternativas e documentou o porquê essas explicações devem ser rejeitadas em favor de uma melhor explicação. É importante apresentar pelo menos duas explicações articuladas ao posicionamento escolhido.
Documentar as limitações de suas explicações.	Qualquer explicação, por mais abrangente que seja, não será capaz de dar conta de todos os dados/evidências disponíveis. Portanto, é importante documentar as limitações dos argumentos construídos. Argumentos sem limitações documentadas perdem aspectos de validação.

Fonte: Sandoval e Reiser (2004 p. 362, tradução da autora).

Ressaltamos que as considerações apresentadas nos trabalhos de Sandoval (2003) e Sandoval e Reiser (2004), foram orientações relevantes para o desenvolvimento desta pesquisa, e por isso buscamos detalha-las no capítulo seguinte, no qual apresentamos uma revisão bibliográfica sobre pesquisas que discutem a argumentação no ensino de Ciências.

Ressaltamos ainda que, no contexto desta pesquisa, temos como pretensão discutir a relação entre a manifestação dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados e a manifestação de habilidades de Alfabetização Científica (AC) e de Alfabetização Química (AQ) e também a manifestação de Habilidades Cognitivas (HC), portanto apresentamos nas subseções seguintes os níveis de AC, as dimensões de AQ e também os níveis de HC, que também foram aportes teóricos para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.4 Promoção de Alfabetização Científica e Alfabetização Química por meio dos Elementos Epistêmicos da Argumentação.

A fim de discutir as possíveis relações entre os aspectos epistêmicos da argumentação e a promoção de Alfabetização Científica (AC), faz-se necessário delimitar e apresentar as definições de AC, que corroboram com as perspectivas desta pesquisa, uma vez que as interpretações sobre AC são amplas e abordam diversas perspectivas.

Para Chassot (2003, p. 91) a “Alfabetização Científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida”, abordando no currículo escolar, questões sociais e individuais dos estudantes, não se limitando à transmissão de conteúdos científicos. Ou seja, um currículo que objetive educar os estudantes de modo que eles sejam ativos em seus processos de construção do conhecimento, e que esses conhecimentos orientem sua atuação na sociedade, de modo crítico.

O autor defende que a ciência é uma linguagem, portanto, “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza” (CHASSOT, 2003, p. 91), e, ao saber ler essa linguagem, o cidadão pode se tornar mais crítico perante suas escolhas e posicionamentos na sociedade.

Já para Sasseron (2015), a AC é um processo contínuo. São habilidades desenvolvidas pelos estudantes para que sejam tomadas decisões e também, posicionamentos críticos. Desse modo, a autora destaca que,

Os preceitos e os objetivos para o Ensino de Ciências registram a clara intenção de formação capaz de promover condições para que temas e situações, envolvendo Ciências, sejam analisadas à luz dos conhecimentos científicos, sejam estes conceitos ou aspectos do próprio fazer científico. Pode-se afirmar que a Alfabetização Científica, ao fim, revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam

ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento (SASSERON, 2015, p. 56).

Bybee (1997) considera que a Alfabetização Científica aborda muito mais do que vocabulários, conceitos científicos e alfabetização em seu sentido estrito. Segundo o autor, a AC contempla, também, capacidades e habilidades de uma compreensão multidimensional, que integra a ciência e a tecnologia em níveis mais profundos do aprendizado, capacitando, assim, os estudantes para que “encontrem a ciência em vários aspectos históricos, pessoais e contextos sociais, para que eles passem a reconhecer suas ideias e valores e amplie-os em seu próprio aprendizado” (BYBEE, 1997, p. 118, tradução da autora). O autor aborda cinco níveis de Alfabetização Científica, que não devem ser interpretados como sequenciais, mas que contribuem para a presente pesquisa, por orientar sobre as dimensões de AC que podem ser promovidas em sala de aula. Essas dimensões são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Níveis de Alfabetização Científica, propostos por Bybee (2006).

Níveis	Descrição
Sem Alfabetização Científica	Os estudantes não conseguem relacionar ou responder questões científicas, não apresentam vocabulário, conceitos, contextos ou habilidades cognitivas para identificar ou resolver as questões propostas.
Alfabetização Científica Nominal	Os estudantes compreendem o conceito científico, porém é uma compreensão equivocada, pois se trata da apresentação de um conceito impreciso e simbólico, estudante pode se apropriar de concepções alternativas sobre o conceito científico. Porém, é uma dimensão que contribui para que os estudantes alcancem dimensões mais altas de AC.
Alfabetização Científica Funcional	Os estudantes podem ser/estar familiarizados com termos e conceitos científicos, podendo até demonstrarem conhecimento científico em situações específicas, como avaliações escolares, e, podem ser capazes de lerem reportagens e livros, porém, apresentam dificuldades conceituais e teóricas, necessárias para o aprofundamento da compreensão desses conhecimentos científicos.
Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental	Os estudantes desenvolvem uma compreensão mais ampla. São capazes de relacionar os conceitos de diferentes disciplinas entre si e, ainda começam a compreender as ideias centrais dos conhecimentos científicos. Incluem nessa dimensão, conhecimentos procedimentais envolvidos nas investigações científicas, tais como, solução de problemas e discussão sobre as conclusões.
Alfabetização Científica Multidimensional	Os estudantes se apropriam de uma compreensão que ultrapassa os conhecimentos científicos das disciplinas e dos procedimentos da investigação científica. Incluem as dimensões filosóficas, históricas e sociais da ciência e da tecnologia. Os estudantes são capazes de fazer conexões entre os conhecimentos científicos das disciplinas, entre a ciência e tecnologia e as questões da sociedade.

Fonte: Bybee (1997, p. 119 -122, tradução Silva et al. (2017), p. 6).

Já os autores Shwartz; Ben-Zvi e Hofstein (2006, p. 203, tradução da autora) apontam que “Alfabetização Científica é um termo amplo e que incorpora ideias e conceitos científicos específicos para cada disciplina, bem como práticas científicas”. Os autores contextualizam a

AC no ensino de Química, de modo a abordarem quatro dimensões para a Alfabetização Química. As dimensões propostas pelos autores são representadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Dimensões de Alfabetização Química, proposta por Shwartz; Ben-Zvi e Hofstein.

Dimensão	Descrição
Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico: Ideias Científicas Gerais e Características da Química.	Um estudante alfabetizado quimicamente deve compreender as ideias científicas gerais, fazer generalizações e sugerir teorias para explicar os fenômenos observados. Deve também, ser capaz de explicar fenômenos macroscópicos, a partir da compreensão microscópica desses fenômenos.
Química no Contexto.	Um estudante alfabetizado quimicamente deve ser capaz de reconhecer a importância do conhecimento químico em seu cotidiano, como um conhecimento relevante para tomada de decisões, participação em debates sociais sobre questões relacionadas à Química, bem como para o consumo de produtos e tecnologias.
Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior.	Um estudante alfabetizado quimicamente deve ser capaz de realizar questionamentos, procurar informações e interpretá-las de modo a desenvolver a análise dos pontos positivos e/ou negativos.
Aspectos Afetivos.	Um estudante alfabetizado quimicamente possui uma visão imparcial e realista da Química e suas implicações, demonstrando interesse em questões Químicas, além do contexto escolar.

Fonte: Shwartz; Ben-Zvi; Hofstein (2006, p.206, tradução da autora).

Ao encontro das definições supracitadas, e em concordância com os autores sobre a importância da promoção da Alfabetização Científica e da Alfabetização Química no ensino de Química, objetiva-se nesta pesquisa, promover condições para que os estudantes atuem ativamente em seus processos de construção do conhecimento, para que, por meio da leitura e interpretação da linguagem da natureza da ciência, possam atuar em sociedade como cidadãos ativos e críticos, de modo a analisar e avaliar situações, informações e conhecimentos, culminando, assim, na tomada de decisões e posicionamentos orientados por conhecimento científico, integrando, às suas decisões e posicionamentos, os conhecimentos específicos da ciência e da tecnologia, que podem ser desenvolvidos no contexto do ensino de Química.

Consideramos ainda que, os objetivos desta pesquisa, relacionam-se também com a manifestação de Habilidades Cognitivas (HC) propostas por Suart (2008), nesse sentido buscamos na subseção seguinte apresentar os níveis de HC propostos pela autora.

2.5 Relação entre as Habilidades Cognitivas e a Argumentação Científica.

O trabalho com a argumentação científica, a partir do ensino dos elementos epistêmicos, no ensino de Ciências, mais especificamente, no ensino de Química, pode contribuir com a manifestação de habilidades cognitivas (HC) semelhantes às manifestadas

pelos estudantes na resolução de problemas experimentais (SUART, 2008), e por isso, consideramos como aporte teórico o trabalho de Suart (2008), no que se refere às habilidades cognitivas que podem ser manifestadas nas respostas dos estudantes, sendo no contexto desta pesquisa, considerados como respostas dos estudantes os argumentos escritos construídos por eles.

Em seu trabalho Suart (2008) baseia-se nos trabalhos de Zoller (2001, 2002 e 2007) nos quais o autor discute sobre habilidades cognitivas. A autora elabora as categorias de análise considerando “as habilidades cognitivas inferidas a partir das respostas dadas pelos alunos durante as atividades experimentais, pré e pós-laboratório” (SUART, 2008, p. 76).

As categorias propostas por Suart (2008) para as respostas dos estudantes são compostas por níveis cognitivos e são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Níveis Cognitivos para as respostas dos estudantes

Nível	Categoria de resposta ALG
N1	Não reconhece a situação problema. Limita-se a expor um dado lembrado. Retêm-se a explicação de fórmulas ou conceitos.
Nível	Categorias de resposta LOCS
N2	Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado. Não identifica variáveis. Não estabelece processos de controle para a seleção das informações. Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas e equações. Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações. Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
Nível	Categorias de resposta HOCS
N4	Seleciona as informações relevantes. Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema. Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Suart (2008, p. 76).

A autora divide os níveis cognitivos em três categorias principais, de acordo com as respostas dadas pelos estudantes, que são algorítmicas (ALG), de baixa ordem cognitiva (LOCS) e de alta ordem cognitiva (HOCS)³.

A categoria ALG inclui o nível cognitivo N1, no qual se refere à manifestação de habilidades algorítmicas nas respostas dos estudantes, de modo que seja possível identificar

³ As siglas inglesas LOCS e HOCS são utilizadas por Suart (2008), provenientes dos trabalhos de Zoller (2002), que significam Lower Order Cognitive Skills (LOCS – Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem) e Higher Order Cognitive Skills (HOCS – Habilidades Cognitivas de Alta Ordem).

que eles não reconhecem a situação problema apresentada a eles e/ou elaboram respostas a partir de dados memorizados.

A categoria LOCS inclui os níveis N2 e N3, que são níveis que se referem à manifestação de habilidades de menor demanda cognitiva, como por exemplo, os estudantes podem até reconhecer a situação problema apresentada, podem identificar e selecionar informações e variáveis, podem até elaborar respostas que expliquem a resolução do problema apresentado a eles, porém ainda, é possível identificar em suas respostas, incompreensões conceituais, respostas elaboradas a partir de conceitos lembrados e/ou por tentativas, ausência na elaboração de justificativas.

Entretanto, as habilidades do nível cognitivo N3, quando manifestadas, podem ser entendidas como habilidades que podem auxiliar aos estudantes a alcançarem os níveis de maior demanda cognitiva, que são os níveis N4 e N5, níveis que pertencem à categoria HOCS.

Nos níveis N4 e N5, estão incluídas as habilidades cognitivas de ordem superior, e que exigem mais esforços dos estudantes para serem manifestadas, principalmente em atividades escritas, isso porque, as atividades escritas demandam habilidades de organização e sistematização de raciocínios e ideias. Quando os estudantes conseguem manifestar em suas respostas, habilidades de selecionar, avaliar, discutir, descartar variáveis; levantar e testar hipóteses; sugerir soluções para o problema apresentado, essas respostas são categorizadas em N4. Já quando os estudantes conseguem abordar ou generalizar o problema apresentado em outros contextos, suas respostas são categorizadas em N5.

Consideramos como aporte teórico os níveis cognitivos propostos por Suart (2008), por consideramos que o trabalho com a argumentação científica no ensino de Ciências pode mobilizar e envolver os estudantes em ações cognitivas semelhantes às ações mobilizadas na resolução de atividades experimentais discutidas pela autora, podendo contribuir com a manifestação de habilidades cognitivas tanto de baixa ordem como também de ordem superior, como, por exemplo, reconhecer e resolver a situação problema apresentada, identificar, selecionar, avaliar e discutir variáveis e/ou evidências e ainda construir relações causais entre estas, assim como também levantar, testar, discutir e refutar hipóteses, mesmo que ainda possam ser identificadas compreensões equivocadas e/ou conceitos científicos errôneos.

De acordo com as discussões sobre AC, AQ e HC, anteriormente apresentadas, consideramos que o desenvolvimento da argumentação científica a partir do ensino dos elementos epistêmicos pode contribuir para a manifestação de habilidades de AC, AQ e

também de HC. Entretanto, é importante atentar-se para à abordagem educacional desenvolvida no contexto de sala de aula, visando possibilitar o envolvimento dos estudantes neste processo.

Em concordância com os autores e trabalhos discutidos anteriormente, que destacam a relevância da promoção de AC e de AQ no ensino de Ciências, visando dessa forma, promover condições para que os estudantes participem ativamente da construção de seu conhecimento, de modo que possam se envolver em debates, tomada de decisões e posicionamentos críticos sobre temas científicos e tecnológicos, defende-se também, nesta pesquisa, a promoção de AC e de AQ no Ensino de Química, visando promover uma educação para a leitura de mundo, como é defendido por Paulo Freire (2017), para que, em concordância com esse autor, possa-se romper as barreiras de uma educação bancária, na qual o estudante é visto como um depósito de informações transmitidas pelo professor. Acredita-se na importância da atuação dos estudantes em seus processos de construção do conhecimento científico para, então, serem capazes de atuarem criticamente na sociedade, tomando decisões suportadas por esses conhecimentos.

Nesse sentido inferimos que, ao orientar a prática docente objetivando a promoção da AC, AQ e HC, e ainda, o papel ativo dos estudantes no processo de construção do conhecimento, bem como a manifestação de habilidades argumentativas, torna-se importante pensar em estratégias e abordagens de ensino que proporcionem condições para a manifestação dessas habilidades, uma vez que, “para que os estudantes sejam alfabetizados cientificamente, tem-se que organizar as aulas de maneira compatível com os referenciais teóricos” (CARVALHO, 2018, p. 8). Dessa forma, considera-se que a abordagem do Ensino por Investigação está ao encontro dos objetivos desta pesquisa, uma vez que, por meio desta abordagem, podem-se promover condições para que os estudantes participem ativamente da construção de seu conhecimento.

Portanto, a subseção a seguir, tem como objetivo detalhar alguns aspectos dessa abordagem para então, adiante apresentar e discutir a elaboração e desenvolvimento de atividades que abordam os elementos epistêmicos da argumentação, por meio da proposta do Ensino por Investigação, visando à manifestação de habilidades de Alfabetização Científica, Alfabetização Química e Habilidades Cognitivas.

2.6 Sequência de Aulas por Investigação.

O Ensino por Investigação é uma abordagem que de acordo com Carvalho:

É o ensino de conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sala de aula para os estudantes pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018, p. 766).

Portanto, objetivando contemplar a abordagem do Ensino por Investigação no contexto de sala de aula, é importante que o professor planeje as atividades e as aulas, visando promover condições para que os estudantes possam atuar ativamente na construção de seu conhecimento assim como também, possam pensar, falar, ler e escrever manifestando sua aprendizagem sobre o conteúdo programático desenvolvido durante as aulas.

Nesse sentido Carvalho (2018, p. 767), considera que:

O planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos. Este tema é investigado com o uso de diferentes atividades investigativas (como por exemplo: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos).

Entendemos que, uma SEI deve ser planejada levando em consideração o conhecimento científico inerente ao conteúdo programático que objetiva-se ensinar, mas também, deve-se considerar o desenvolvimento de habilidades que podem contribuir para a formação cidadã dos estudantes, como por exemplo, a criticidade, a tomada e o posicionamento de decisões.

O desenvolvimento de habilidades que visam contribuir para a formação mais cidadã dos estudantes pode ser favorecido quando são promovidas oportunidades aos estudantes de se envolverem em atividades de discussões, levantamento e teste de hipóteses, reflexões, elaboração de raciocínios, exposição de suas ideias e conhecimentos prévios, confronto de ideias entre os colegas, mas, também, quando são promovidas condições para o confronto entre o conhecimento prévio dos estudantes e o conhecimento científico. O envolvimento dos estudantes nessas atividades pode contribuir para participem ativamente da construção de seus conhecimentos.

Para Carvalho (2018), a proposição de SEIs, deve contemplar algumas atividades essenciais. A primeira delas é a proposição de um problema, que pode ser experimental ou teórico. O problema deve ser proposto ao iniciar a SEI, visando dessa forma, o envolvimento dos estudantes nas ações manipulativas, de modo que seja oportunizado aos estudantes condições para elaborarem hipóteses, raciocinarem, discutirem e elaborarem soluções para o problema apresentado a eles. Nesta SEI, o problema inicial é classificado como teórico, sendo

proposto aos estudantes, a construção de um argumento científico para a participação em um debate de televisão, sobre o consumo do agrotóxico glifosato.

A segunda atividade chave para uma SEI, de acordo com Carvalho (2018), é a sistematização do conhecimento construído pelos estudantes durante a solução da situação problema proposta. Essa atividade objetiva promover condições para que os estudantes possam avaliar e refletir sobre o que fizeram e como fizeram para resolver o problema, podendo também, ser promovido nesse momento, o confronto entre o conhecimento de senso comum e o conhecimento científico, de modo, que seja oportunizado aos estudantes a elaboração de raciocínios a partir do conhecimento científico. Nesta SEI, as atividades de sistematização são propostas em diversos momentos, visando, em alguns, a sistematização das ideias dos estudantes sobre a argumentação científica e, em outros, a sistematização das ideias dos estudantes sobre os conceitos relacionados ao conteúdo de soluções e, também, sobre o agrotóxico glifosato.

A terceira atividade chave na elaboração de uma SEI, ainda de acordo com Carvalho (2018), é a contextualização, que objetiva, promover condições para que os estudantes reconheçam e interpretem o conhecimento científico construído durante o desenvolvimento das atividades da SEI, em seu cotidiano. Nesta SEI, as atividades de contextualização são propostas objetivando promover condições para que os estudantes reconheçam a argumentação presente em seu dia a dia, de modo que possam elaborar a importante distinção entre a argumentação orientada por senso comum (a mais recorrente no cotidiano dos estudantes) e argumentação orientada por conhecimento científico. As atividades de contextualização também são propostas nesta SEI visando promover condições para que os estudantes reconheçam e interpretem algumas soluções presentes em seu cotidiano, como, por exemplo, as soluções de agrotóxicos, comumente utilizadas e até mesmo consumidas indiretamente pelos estudantes.

Um aspecto relevante na elaboração de SEIs, principalmente SEIs que objetivam a promoção da argumentação, é o planejamento de espaço e tempo para a sistematização das ideias e concepções dos estudantes, de modo a considerar a “importância e as contribuições do erro, para a construção de novos conhecimentos” (CARVALHO, 2018, p. 3), uma vez que, ainda de acordo com a autora, “é muito difícil o estudante acertar de primeira ao responder os questionamentos do professor” (CARVALHO, 2018, p. 3). Assim, é preciso oferecer tempo para o estudante pensar, refletir, falar, elaborar seu raciocínio, o professor refazer a pergunta, ou elaborar outras perguntas sobre o que foi exposto pelo estudante; e, para o

desenvolvimento dessas ações, é necessário considerar a gestão de tempo das aulas e das atividades propostas em cada aula.

Ao considerar que a abordagem do ensino por investigação pode contribuir com a promoção da argumentação e da AC, no contexto do ensino de Ciências, apresentamos no capítulo a seguir, uma revisão bibliográfica sobre pesquisas que corroboram com a perspectiva desta pesquisa.

3 ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

Buscamos neste capítulo, apresentar uma revisão bibliográfica sobre pesquisas no contexto nacional e internacional que discutem a argumentação no ensino de Ciências, visando justificar a relevância do desenvolvimento de pesquisas que objetivam o ensino dos elementos estruturais da argumentação no ensino de Ciências.

Buscamos inicialmente apresentar alguns autores que reforçam a discussão sobre as potencialidades da argumentação para os processos de ensino e aprendizagem no ensino de Ciências, e seguimos a discussão e apresentação de trabalhos que corroboram com os objetivos desta pesquisa.

Nas últimas duas décadas, grande atenção tem sido direcionada para o desenvolvimento de pesquisas sobre argumentação no ensino de Ciências, visando investigar melhorias nos processos de ensino e de aprendizagem, a partir do ensino da argumentação.

Essas pesquisas discutem a argumentação como uma prática pedagógica auspiciosa, que pode promover contribuições para diversos objetivos pedagógicos.

Nesse sentido Sandoval e Millwood ressaltam que:

Existem duas principais reivindicações para envolver os estudantes na argumentação científica: uma é que, a argumentação é uma prática central na ciência e, portanto, deve estar no centro da educação científica. A outra é que, a compreensão das normas da argumentação científica pode levar os alunos a entender as bases epistemológicas da prática científica (SANDOVAL; MILLWOOD, 2007, p. 71, tradução da autora).

Pode-se acrescentar ainda, a segunda reivindicação proposta pelos autores que, ao compreender as normas da argumentação científica, os estudantes podem compreender conceitos científicos, contribuindo assim para os processos de ensino e de aprendizagem no ensino de Ciências.

Sá e Queiroz (2007, p. 2035) discutem que “as pesquisas em Educação têm demonstrado importantes contribuições das investigações que privilegiam a análise da dimensão discursiva dos processos de ensino e de aprendizagem de Ciências, destacando a papel da linguagem como elemento fundamental para a aquisição do conhecimento científico escolar”.

Ainda de acordo com as autoras,

Aprender Ciências implica também em aprender a reconhecer as diversas maneiras de expressar um mesmo significado, as diferenças entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica [...]. Sendo a argumentação uma característica marcante do discurso científico, de modo que as pesquisas na área de educação em Ciências apontam a necessidade de promover

condições em sala de aula para que os estudantes possam praticá-la (SÁ; QUEIROZ, 2007, p. 2035).

Já Osborne (2009) discute em seu trabalho que focar na argumentação para o ensino de Ciências pode contribuir para,

Os quatro elementos essenciais de qualquer educação científica - o desenvolvimento da compreensão conceitual; melhorar o raciocínio cognitivo; aumentar a compreensão dos alunos sobre a natureza epistêmica da ciência e a proporção de uma experiência afetiva positiva e atraente - tudo isso pode ser facilitado com foco na argumentação (OSBORNE, 2009, p. 156, tradução da autora).

Em concordância com as considerações apresentadas de Sandoval e Millwood, 2007; Sá e Queiroz (2007) e Osborne (2009), consideramos que, o ensino da argumentação a partir de orientações e discussões pode também contribuir com os processos de ensino e aprendizagem no ensino de Ciências, e inferimos ainda que, o ensino da argumentação científica, pode ser favorecido quando direcionamos as discussões sobre a estrutura dos argumentos considerando os elementos epistêmicos.

Nesse sentido, seguimos para a apresentação de pesquisas que também corroboram com a discussão sobre as potencialidades e limitações do desenvolvimento da argumentação no ensino de Ciências.

Erduran, Park e Yilmaz (2015), apresentam uma análise de publicações de pesquisas desenvolvidas sobre argumentação no ensino de Ciências no período de 1998 a 2014, de três periódicos, sendo eles: *Science Education*, *International Journal of Science Education*, and *Journal of Research in Science Teaching*. A pesquisa desses autores foi orientada por uma investigação dos aspectos epistêmicos e linguísticos da argumentação abordados nas publicações, e apresentam que a maioria das pesquisas publicadas nesses periódicos priorizaram investigações linguísticas da argumentação em detrimento aos aspectos epistêmicos da argumentação. Não cabe nesse momento apresentar justificativas para o déficit de pesquisas que investigam os aspectos epistêmicos da argumentação, e sim, apresentar justificativas que deem suporte para o desenvolvimento de pesquisas que visam os aspectos epistêmicos da argumentação de modo a contribuir para o rol de pesquisas sobre o desenvolvimento de argumentação no ensino de Ciências e, também, para a elaboração de atividades e estratégias no ensino de Ciências que promovam condições para o envolvimento dos estudantes em práticas epistêmicas.

Outro trabalho de revisão bibliográfica que merece destaque é o estado da arte das pesquisas sobre argumentação no ensino de Ciências no contexto brasileiro desenvolvido por Sá e Queiroz (2011). Sá e Queiroz (2011) analisaram os trabalhos sobre argumentação no ensino de Ciências apresentados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

(ENPEC) no período de 1997 a 2009 e as publicações sobre argumentação nas revistas Química Nova (período de 1994 a 2009), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação (período de 1998 a 2009), Investigação em Ensino de Ciências (período de 1996 a 2009), Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (período de 1999 a 2009) e Caderno Brasileiro de Física (período de 1993 a 2009). O período das análises de cada revista corresponde ao primeiro ano de publicação até o ano de 2009.

As autoras buscaram analisar os seguintes aspectos:

A produção e sua distribuição no tempo; a produção e sua distribuição de acordo com a área de pesquisa; a produção e sua distribuição de acordo com as regiões brasileiras; a produção e sua distribuição de acordo com as instituições acadêmicas; a produção e sua distribuição de acordo com os níveis de escolaridade; a produção e sua distribuição de acordo com o foco temático (SÁ, QUEIROZ, 2011, p. 15).

A partir da análise dos aspectos supracitados, as autoras consideraram que a partir do ano de 2007, pôde-se notar um aumento nas publicações de pesquisas realizadas no ensino de Ciências sobre argumentação e ressaltam que os focos temáticos dessas pesquisas são: “estratégias promotoras da argumentação; formação de professores; elaboração de modelos; espaço para argumentação; mecanismos de ensino da argumentação; levantamento bibliográfico; análise de material didático” (SÁ, QUEIROZ, 2011, p. 25-26).

Dentre as relevantes considerações das autoras, destacamos a que ressalta as escassas pesquisas no contexto brasileiro que visam ensinar os componentes da argumentação aos estudantes. Essa consideração merece destaque por corroborar com os objetivos desta pesquisa uma vez que, buscamos ensinar os estudantes os elementos epistêmicos para então possibilitar condições para que eles pudessem construir argumentos científicos informados, manifestando em suas escritas, esses elementos.

Outra contribuição que inferimos ser relevante, sobre o trabalho de Sá e Queiroz (2011), é a possibilidade de uma breve e superficial comparação sobre o rol de pesquisas desenvolvidas no contexto brasileiro sobre argumentação, antes e após a publicação do trabalho dessas autoras, que demonstra um aumento significativo no desenvolvimento de pesquisas sobre argumentação no ensino de Ciências. Se considerarmos a quantidade das publicações em revistas analisadas pelas autoras, que totalizaram 12 artigos, e compararmos apenas com as publicações dos artigos na edição especial Argumentação no Ensino de Química da Revista Química Nova na Escola de fevereiro de 2021, na qual foram publicados 12 artigos, já é possível considerar, superficialmente, um aumento significativo nas pesquisas e publicações desenvolvidas no Brasil sobre argumentação no ensino de Ciências,

demonstrando um aumento nas discussões sobre as potencialidades e limitações do desenvolvimento da argumentação no ensino de Ciências no contexto brasileiro.

Tavares (2018, p. 20) considera que argumentação “é uma alternativa para fomentar nos estudantes, atitudes proativas e críticas sobre a Ciência dos acontecimentos do mundo contemporâneo”. O autor considera como referenciais teóricos para seu trabalho, a teoria proposta por Toulmin (2001)⁴ e a teoria de Interação Argumentativa proposta por Grácio⁵ (2010). Tavares (2018) apresenta como objetivo do seu trabalho, identificar nos argumentos construídos pelos estudantes do Ensino Médio, elementos constituintes de seus argumentos e constatar as fases de desenvolvimento da argumentação alcançadas pelos estudantes durante as interações dialógicas. O autor utiliza como metodologia para promover a argumentação no ensino de Ciências, um curso de férias sobre fisiologia animal. As atividades desenvolvidas neste curso eram orientadas por meio da abordagem da aprendizagem baseada em problemas. Após as análises, o autor, conclui que:

Os padrões básicos e de baixa complexidade de desenvolvimento argumentativo, sinaliza que, no grupo investigado, houve pouco desenvolvimento da argumentação; o papel do professor é de fundamental importância para o desenvolvimento da argumentação no ensino de Ciências, evidenciando a importância de planejamento e organização pedagógica e formação docente, de modo a se apropriar dos conteúdos específicos; tanto os estudantes quanto os monitores do curso, não demonstram domínio satisfatório da argumentação, assim como os estudantes participantes do curso não foram orientados durante este, sobre a prática da argumentação, explicitando a ausência de conhecimentos prévios sobre a prática da argumentação em situação de ensino (TAVARES, 2018, p. 115 – 116).

Tavares (2018) finaliza destacando a necessidade de utilização de diferentes estratégias para ensinar os pressupostos da argumentação, como a experimentação e a aprendizagem baseada em problemas. O autor destaca ainda a importância da formação docente sobre estes pressupostos, de modo a contribuir para a superação das dificuldades dos estudantes em construir argumentos e desenvolverem a argumentação no contexto de ensino de Ciências.

Almeida (2018), em sua pesquisa, adota a definição para argumentação de Van Eemeren et al. (2009)⁶, em que a argumentação é considerada uma “atividade verbal racional que ocorre entre duas ou mais pessoas para resolver uma diferença de opinião, por considerar

⁴ TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**; Tradução Reinaldo Guarany. – São Paulo: Martins Fontes, 2001.

⁵ GRÁCIO, R. A. **A interação argumentativa**. Comunicação e Sociedade — n.º 19, Centro de Estudos Comunicação e Sociedade da Universidade do Minho. © Grácio Editor. COIMBRA 1ª Edição: Março de 2010a.

⁶ VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R. **A systematic theory of argumentation: the pragma-dialectical approach**. New York: Cambridge University Press. 2004. 215p.

essa definição mais produtiva do ponto de vista de uma educação científica para a cidadania” (ALMEIDA, 2018, p.32).

A autora considera que, “é por meio da argumentação que se identifica os conjuntos de valores morais em que cada pessoa está inserida [...], evidenciando a relevância dos processos argumentativos na produção de evidências morais” (ALMEIDA, 2018, p.16), defendendo que uma maneira eficiente de trabalhar argumentação e questões morais no ensino de Ciências é por meio da abordagem das questões sociocientíficas.

A autora considera também,

A importância do desenvolvimento de habilidades argumentativas nos professores de Ciências, como instrumento de comunicação para o entendimento dos conhecimentos construídos em sala de aula, como também, para que os professores possam orientar e refletir suas posturas e que possuam a desenvoltura de conduzir debate em sala de aula (ALMEIDA, 2018, p. 36).

Almeida (2018) utiliza em sua pesquisa, a estratégia de um grupo focal, com a participação de estudantes dos cursos de licenciatura em Química, Física e Biologia, visando possibilitar a argumentação sobre a questão sociocientífica eutanásia, objetivando identificar a extensão das habilidades argumentativas e estabelecer a possível presença de níveis argumentativos de raciocínio moral nos argumentos produzidos por professores de Ciências em formação. Utilizando como aporte teórico Toulmin (2006)⁷, para a construção dos layouts dos argumentos orais dos participantes e Kohlberg (1977)⁸, para a análise do raciocínio moral nos argumentos orais, a autora infere que, “os argumentos construídos pelos estudantes apresentam uma quantidade limitada de elementos” (ALMEIDA, 2018, p.74). Esses elementos referem-se aos dados, alegações, garantias, refutações, apoio e qualificador modal, que são elementos necessários para a estruturação de um argumento propostos por Toulmin (2006).

Ferraz (2015), em sua pesquisa, define argumentação como sendo,

Um ato discursivo plural que se caracteriza como um processo pelo qual um indivíduo, ou grupo de pessoas, buscam tornar claro um determinado fenômeno, situação ou objeto, por meio da emissão de alegações que, invariavelmente, são suportadas por justificativas e outros elementos que lhe conferem validade perante uma determinada audiência (FERRAZ, 2015, p.39).

Objetivando mapear quais ações tomadas por um professor podem promover a argumentação dos estudantes, o autor utiliza como estratégia para a promoção de argumentação, o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com o

⁷ TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2. Ed., 2006.

⁸ KOHLBERG, L.; HERSH, R. H. Moral development: a review of the theory. **Teoria em prática**, v. 16, n. 2, p 53-59. 1977.

tema, Dualidade onda-partícula da luz, considerando a abordagem do Ensino por Investigação.

Ferraz (2015) utiliza como aporte teórico a proposta de Toulmin (2006)⁹, “para procurar argumentos construídos pelos alunos em uma determinada situação de investigação; e para qualificar o argumento que se almeja atingir” (FERRAZ, 2015, p.55). O autor associa a teoria de Toulmin com a proposta dos Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2011)¹⁰, visando, dessa forma, analisar os propósitos epistêmicos desenvolvidos pelo professor para a promoção da argumentação em aulas investigativas, sendo considerados na pesquisa os propósitos, retomar, problematizar, explorar e qualificar.

O autor enfatiza o professor como “responsável por criar um ambiente de múltiplas interações entre os alunos, de forma que sejam capazes de justificar suas alegações e construir suas explicações [...]” (FERRAZ, 2015, p. 139).

Por considerar inicialmente a hipótese de que o professor é responsável por criar um ambiente que favoreça as interações entre os alunos, a SEI proposta no trabalho de Ferraz (2015), de acordo com o autor, foi desenvolvida visando promover condições facilitadoras para a argumentação dos estudantes, portanto, o professor, orientando sua prática mediadora considerando os pressupostos do Ensino por Investigação, durante as atividades desenvolvidas, buscou promover condições para favorecer as interações e argumentações dos estudantes. Porém, Ferraz (2015) conclui que “apesar do professor problematizar e explorar diferentes situações, ele não deu oportunidades para os alunos desenvolverem suas respostas, inviabilizando, por exemplo, que encontrássemos argumentos em suas falas” (FERRAZ, 2015, p.138). O autor conclui ainda que “os alunos não estão habituados a trabalharem em contexto diferenciado como é o caso de um ambiente ocasionado pelo Ensino por Investigação” (FERRAZ, 2015, p.141). Essa conclusão do autor é “interpretada como uma resistência oferecida pelos alunos à mudança de postura em sala de aula” (FERRAZ, 2015, p.141).

Sá e Queiroz (2007) desenvolveram uma proposta de resolução de casos investigativos com 57 estudantes bacharéis em Química na disciplina de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, da Universidade de São Paulo. As autoras tiveram como objetivos “discutir em que medida uma proposta de ensino pautada na resolução de casos

⁹ TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2. Ed., 2006.

¹⁰ SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011a.

investigativos, foi capaz de estimular a elaboração de argumentos dos graduandos e, também, avaliar a qualidade dos argumentos apresentados” (SÁ, QUEIROZ, 2007, p. 2035).

Para a avaliação da qualidade dos argumentos, as autoras tomaram como referenciais teóricos o modelo proposto por Toulmin e o trabalho de Jiménez-Aleixandre et al. (1998). As atividades desenvolvidas pelos estudantes durante um bimestre forneceram o corpus da pesquisa das autoras supracitadas, de modo que essas atividades foram desenvolvidas de forma individual e em grupo.

Os trabalhos em grupos consistiram na resolução e apresentação dos casos investigativos e também na elaboração de um diário de caso, no qual os estudantes deveriam detalhar o processo para a resolução dos casos investigativos. Já as atividades desenvolvidas de forma individual pelos estudantes, consistiram na elaboração de um texto sobre o assunto dos casos investigativos para estudantes do Ensino Médio.

As autoras elaboraram cinco casos investigativos distintos que foram distribuídos entre os quinze grupos formados pelos graduandos, “de modo que cada caso fosse estudado por três grupos” (SÁ, QUEIROZ, 2007, p. 2036).

Os dados fornecidos pelas transcrições das falas dos estudantes durante a apresentação da resolução dos casos e o conteúdo presente nos diários dos casos forneceram subsídios para as autoras analisarem a qualidade dos argumentos dos estudantes. A partir dessas análises, as autoras consideram que “a análise da argumentação de estudantes com base no modelo de Toulmin em algumas situações dificulta a distinção entre os componentes dados e justificativas ou entre justificativas e conhecimentos básicos” (SÁ, QUEIROZ, 2007, p. 2041). As autoras consideram ainda que, apesar dessa dificuldade encontrada no processo de análise dos argumentos, o trabalho com casos investigativos incentivou os estudantes na construção de argumentos de boa qualidade que apresentavam os componentes básicos do modelo de Toulmin (Dados, Conclusão e Justificativa) e, em outros argumentos, puderam-se identificar elementos mais sofisticados do mesmo modelo (Backing e Qualificadores Modais).

Destacamos ainda a seguinte consideração apresentada pelas autoras:

Acreditamos que embora a atividade proposta tenha atingido o objetivo de estimular a elaboração de argumentos por parte dos alunos, e que os argumentos produzidos possam ser considerados de boa qualidade, o estudo aqui descrito aponta para outra necessidade, que já vem sendo atendida em alguns países e que, até onde vai o nosso conhecimento, não está sendo considerada em cursos de Ciências no Brasil: é preciso ensinar aos alunos a arte da argumentação, apresentando para eles os componentes do argumento e desenvolvendo estratégias que os levem à produção de bons argumentos (SÁ, QUEIROZ, 2007, p. 2042).

Essa consideração das autoras merece destaque no contexto desta pesquisa, pois reforça a relevância do seu desenvolvimento, uma vez que buscamos a elaboração e o desenvolvimento de uma sequência de aulas com o objetivo principal em ensinar os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados.

Outra contribuição relevante desse trabalho está quando Sá e Queiroz (2007, p. 2035) apontam que a “argumentação é uma atividade social, intelectual e verbal, utilizada para justificar ou refutar uma opinião, e que consiste em fazer declarações levando em consideração o receptor e a finalidade com a qual se emite”. As autoras ainda apontam que, “para argumentar é necessário escolher entre diferentes opções ou explicações e raciocinar sobre os critérios que permitem avaliar como mais adequada à opção escolhida” (SÁ; QUEIROZ, 2007, p.2035). Essas considerações das autoras reforçam, também, a contextualização da argumentação como prática epistêmica, uma vez que raciocinar e avaliar, de modo a justificar uma escolha, são ações consideradas como práticas epistêmicas (Kelly; Licona, 2018), desenvolvidas pelos estudantes na construção do conhecimento.

Retomando as contribuições anteriormente discutidas sobre o trabalho de Sá e Queiroz (2011) consideramos que, apesar de estarmos dez anos após a publicação desse trabalho, e ter um aumento significativo nas pesquisas sobre argumentação no ensino de Ciências no contexto brasileiro, como apresentado anteriormente, ainda continuam escassas as pesquisas que visam ensinar diretamente os componentes da argumentação no ensino de Ciências, o que fortalece a justificativa para o desenvolvimento desta pesquisa, uma vez que tivemos como objetivo principal, elaborar e desenvolver uma SEI que promovesse condições para o ensino e aprendizagem dos elementos epistêmicos da argumentação científica.

Nesse sentido, consideramos importante detalhar um pouco mais o trabalho de Sandoval e Reiser (2004), no qual os autores apresentam e discutem os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos válidos. Trabalho esse que se tornou um referencial teórico para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Portanto faz necessário apresentar brevemente a pesquisa de Sandoval (2003), uma vez que ambas as pesquisas se relacionam, de modo que Sandoval e Reiser (2004) propõem alterações e melhorias para as limitações encontradas na pesquisa de Sandoval (2003).

Em sua pesquisa, Sandoval (2003) tem como objetivo descobrir e analisar algumas das ideias epistêmicas dos estudantes manifestadas em suas explicações durante atividades de investigação sobre o fenômeno dos pássaros na ilha de Galápagos. A pesquisa objetiva, também, investigar o que acontece quando os estudantes são explicitamente orientados quanto

à compreensão do tipo de produto que a sua investigação deve produzir. Nesse caso, o produto é uma explicação científica escrita sobre o fenômeno da seleção natural dos pássaros.

Desse modo, os estudantes deveriam aplicar a teoria da seleção natural de Darwin para investigar o fenômeno dos pássaros na ilha, explicando porque alguns sobreviveram, enquanto outros não, sendo utilizada como metodologia, uma sequência de aulas com atividades de investigação, desenvolvidas pelos estudantes em pequenos grupos, utilizando o Software Explanation Constructor, como uma ferramenta epistêmica para ajudar os estudantes a construir suas explicações científicas (SANDOVAL; 2004).

O software Explanation Constructor é utilizado pelo autor em sua pesquisa, com o objetivo de orientar os estudantes sobre o que deve ser explicado em relação à teoria da seleção natural, previamente estudada pelos estudantes. De acordo com o autor “esse software foi projetado para direcionar a investigação dos estudantes sobre as metas epistêmicas para a criação e avaliação de explicações causais, com estruturas gerais contidas em estruturas conceituais específicas” (SANDOVAL, 2003, p.11, tradução da autora).

Retomamos as considerações apresentadas no trabalho de Sandoval (2003) e Sandoval e Reiser (2004) destacada no capítulo anterior, visando neste momento, uma discussão mais detalhada sobre as contribuições dessas considerações no desenvolvimento desta pesquisa.

Nesse sentido Sandoval (2003) considera que: mesmo com a utilização das guias de explicação (Software Explanation Constructor),

Os estudantes não definiram dados relevantes para suas explicações; os estudantes construíram explicações para os dados e não compreenderam que os dados não eram para serem explicados, e sim para dar apoio às explicações construídas pelos estudantes; as guias de explicação do software apresentaram deficiências para auxiliar os estudantes em resolver as ambiguidades nos dados, o que contribuiu para a confusão e dificuldade dos estudantes em selecionar dados relevantes para suas explicações bem como na compreensão de que os dados deveriam apoiar suas explicações; os estudantes compreenderam que deveriam valer-se da teoria da seleção natural, e foram capazes de construir explicações com coerência causal, orientados pelo software, mas poucos grupos construíram explicações válidas, um elemento que evidenciaria a interpretação dos dados nas explicações (SANDOVAL, 2003, p. 29-38, tradução da autora).

Segundo Sandoval e Reiser (2004), as guias de explicação do software apresentaram deficiências para auxiliar os estudantes em resolver as ambiguidades nos dados, o que contribuiu para a confusão e dificuldade dos estudantes em selecionar dados relevantes para suas explicações bem como na compreensão de que os dados deveriam apoiar suas explicações. É importante ressaltar o trabalho posterior de Sandoval e Reiser (2004), no qual os autores propõem alterações nas guias de explicação, visando superar as ambiguidades dos dados e auxiliar os estudantes a articularem suas compreensões sobre a investigação dos

pássaros de Galápagos (SANDOVAL, 2003), de forma epistêmica, de modo que as “guias fornecessem suporte epistêmico explícito para auxiliar os estudantes a estruturarem suas explicações, deixando claro quando as explicações dos estudantes eram apoiadas com evidências ou não, assim como, que perguntas haviam sido respondidas ou não, e, assim por diante” (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 367, tradução da autora).

Essa conclusão obtida por Sandoval (2003), a qual foi revisada por Sandoval e Reiser (2004), fornece a seguinte evidência no trabalho com Reiser:

Os estudantes articularem com sucesso as explicações causais e os dados citados para fundamentar suas afirmações, foi parcialmente resultado de seus professores definirem as expectativas para o desempenho dos estudantes, e também ao explicitarem aos estudantes, essas expectativas em uma rubrica nas guias do Software Explanation Constructor (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 367, tradução da autora).

O sucesso na articulação das explicações pelos estudantes é ressaltado pelo fato de “que os estudantes citaram muito mais dados do que os estudantes da pesquisa anterior,” de Sandoval, em 2001, (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 368, tradução da autora). Os autores acrescentam: “que as mudanças no software tornaram a relação de evidências com reivindicações mais visíveis aos estudantes, contribuindo, assim, com a construção de explicações com maior citação de dados” (SANDOVAL; REISER, 2004, p. 368, tradução da autora).

No contexto desta pesquisa, essas conclusões destacadas, tanto por Sandoval (2003), quanto por Sandoval e Reiser (2004), contribuíram para a elaboração de atividades nas quais buscamos elucidar aos estudantes a função das evidências na construção de argumentos científicos informados, assim como na proposta e desenvolvimento de atividades que visaram promover condições para o envolvimento dos estudantes na identificação, interpretação e classificação de evidências relevantes para a construção de seus argumentos, visando, dessa forma, promover condições aos estudantes para a superação da dificuldade relatada pelos autores.

Outra contribuição relevante dessa conclusão é os autores identificarem uma evolução na construção das explicações quando são promovidas orientações diretas aos estudantes sobre os elementos de validação dos argumentos científicos, contribuindo, assim, com esta pesquisa na elaboração de atividades de orientação e discussões sobre os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados.

Os elementos epistêmicos propostos pelos autores foram apresentados e discutidos com os estudantes durante o desenvolvimento da SEI, visando, dessa forma, promover

condições para que os estudantes compreendessem esses elementos de modo que pudessem ser manifestados por eles na escrita de seus argumentos.

As demais considerações propostas por Sandoval (2003) corroboram com algumas considerações das pesquisas anteriormente discutidas, nas quais apresentam também, as dificuldades dos estudantes em construir argumentos. Entretanto, Sandoval (2003) destaca que, os estudantes construíram explicações para os dados e não compreenderam que os dados não eram para serem explicados, e sim para dar apoio às explicações construídas por eles.

Essa conclusão ressalta a dificuldade dos estudantes em interpretar os dados e evidências como elementos necessários para a construção dos argumentos.

A partir desta consideração, buscou-se nesta pesquisa, elaborar atividades para o desenvolvimento da SEI, que orientassem diretamente os estudantes a identificarem, interpretar e classificarem as evidências relevantes para a construção de seus argumentos.

As conclusões destacadas por Sandoval (2003) e Sandoval e Reiser (2004), são consideradas orientações relevantes para a proposta desta pesquisa, uma vez que, por meio delas, foi possível identificar algumas dificuldades dos estudantes para a construção de argumentos científicos informados, possibilitando, assim, a elaboração e desenvolvimento de atividades, que visaram atender-se para essas dificuldades, de modo a promover condições para que os estudantes pudessem superá-las.

Considerando a hipótese que, se orientássemos diretamente os estudantes sobre os elementos epistêmicos para a construção de argumentos, então os estudantes poderiam construir argumentos científicos informados e epistemicamente estruturados, manifestando assim habilidades argumentativas, podendo, assim manifestarem também habilidades de Alfabetização Científica e de Alfabetização Química e também Habilidades Cognitivas.

Consideramos ainda que são escassas as pesquisas que visam ensinar os componentes da argumentação.

Desse modo, com o desenvolvimento desta pesquisa objetivamos contribuir para o rol de pesquisas brasileiras sobre argumentação no ensino de Ciências que visam orientar diretamente os estudantes sobre os elementos epistêmicos da argumentação científica, considerando como referencial teórico para análise da qualidade e estrutura dos argumentos os autores Sandoval e Reiser (2004).

Consideramos ainda que, ao promover o ensino dos elementos epistêmicos da argumentação científica, procuramos aproximar os estudantes dos processos da argumentação científica, uma vez que, podemos promover condições para que eles se envolvam em práticas

epistêmicas e cognitivas como, por exemplo, discutir, organizar e sistematizar raciocínios; levantar, testar e descartar hipóteses, entre outras.

Ao finalizarmos este capítulo, consideramos que as pesquisas anteriormente discutidas, destacam algumas das inúmeras perspectivas e abordagens para promover condições para o desenvolvimento da argumentação no ensino de Ciências, entretanto, é possível identificar que, apesar dessas pesquisas, apresentarem diferentes abordagens, diferentes referenciais, e contemplarem distintos públicos alvos, elas apresentam um ponto em comum: a dificuldade dos estudantes em construir argumentos e se envolverem nos processos de argumentação científica, sejam os estudantes do Ensino Médio ou do Ensino Superior, corroborando, assim, com os objetivos desta pesquisa, que por meio da orientação direta sobre os elementos epistêmicos da argumentação científica, visa promover condições para a superação dessas dificuldades pelos estudantes.

Nesse sentido apresentamos no capítulo a seguir a metodologia considerada para a constituição do corpus desta pesquisa.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentadas as características desta pesquisa, as atividades desenvolvidas durante a SEI que forneceram o corpus desta pesquisa e, também, as categorias de análises dos dados.

4.1 Características da pesquisa

Esta pesquisa apresenta características qualitativas, uma vez que “a pesquisadora esteve inserida no ambiente no qual se verificaram os fenômenos de interesse, atuando ativamente na coleta dos dados” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47 – 51). Apresenta, ainda, caráter descritivo em relação à coleta dos dados e a sua análise tem como objetivo principal a investigação sobre a construção de argumentos cientificamente informados, por estudantes de Química do Ensino Médio, por meio do desenvolvimento de atividades que visaram à orientação e discussões sobre os elementos epistêmicos da argumentação científica associado ao conteúdo químico de soluções, visando ainda à promoção de Alfabetização Científica, Alfabetização Química e o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas.

Esta pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso, que de acordo com Bogdan e Biklen (1994, p. 89) “o estudo de caso consiste na observação detalhada de um contexto ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento”. Os autores ainda associam o plano de estudo de caso a uma representação de um funil, que de modo geral, o início da pesquisa é relacionado à extremidade larga do funil, no qual podem-se ter muitas perspectivas, muitos dados e informações para as análises, e no decorrer do desenvolvimento da pesquisa e das análises decisões são tomadas e as perspectivas e os dados vão sendo afunilados e relacionados à menor extremidade de um funil (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Nesse sentido para a constituição do corpus desta pesquisa, uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi elaborada e desenvolvida com a participação de estudantes do Ensino Médio de escolas públicas situadas em duas cidades de Minas Gerais. Devido à pandemia do COVID-19, a SEI foi desenvolvida de forma remota, o que proporcionou a participação de estudantes de cidades distintas.

O conteúdo de soluções normalmente é desenvolvido no segundo ano do Ensino Médio, entretanto, em algumas escolas, esse conteúdo é iniciado no nono ano do Ensino Fundamental, retomado no primeiro ano do Ensino Médio e aprofundado no segundo ano, o

que favoreceu a participação de estudantes, tanto do primeiro ano, quanto do terceiro ano do Ensino Médio, uma vez que esse conteúdo já era conhecido pelos participantes desta pesquisa.

O desenvolvimento da SEI teve como objetivo central o ensino da argumentação científica por meio de atividades que promovessem condições para a aprendizagem sobre a construção de argumentos científicos informados sobre a utilização do agrotóxico¹¹ glifosato, de modo que os estudantes expressassem seus posicionamentos críticos sobre o assunto.

Como instrumentos para a coleta dos dados, foram utilizados questionários prévios e pós, produção de materiais textuais pelos estudantes e gravação das aulas ministradas pela pesquisadora, com a participação dos estudantes, para posteriores transcrições.

As gravações das aulas foram realizadas por meio da opção “gravar reunião” disponível na ferramenta Google Meet, utilizada para o desenvolvimento das aulas, com o objetivo de obter dados sobre os discursos orais dos estudantes e da pesquisadora.

As gravações das aulas não serão divulgadas visando à preservação da identidade dos estudantes participantes.

Ressaltamos que a pesquisadora assistiu às gravações das aulas desenvolvidas, objetivando identificar e analisar elementos e aspectos da sua mediação e da participação dos estudantes que pudessem influenciar, ou não, nos resultados obtidos. Dessa forma, trechos de algumas transcrições podem ser apresentados durante este trabalho, para que possam justificar os dados obtidos a partir das análises dos argumentos escritos pelos estudantes. Por meio da análise das gravações pôde elaborar reflexões sobre o desenvolvimento das aulas, das atividades e sobre a sua própria prática docente, contribuindo, assim, para a qualidade e confiança das análises e discussões dos dados obtidos.

As transcrições dos argumentos construídos pelos estudantes foram realizadas pela própria pesquisadora, visando promover ao leitor melhor visualização e leitura dos argumentos, uma vez que, os argumentos construídos pelos estudantes, foram enviados para a pesquisadora por meio de foto, e alguns destes, a visualização e leitura ficaram difíceis.

¹¹ Embora tenhamos o conhecimento de outros termos mais coerentes com os conhecimentos científicos, como por exemplo, insumo agrícola, agroquímico, fertilizante, consideramos que no cotidiano e no senso comum, o termo agrotóxico é mais utilizado. Por isso, optamos por utilizar esse termo para o desenvolvimento da SEI, por consideramos que os estudantes pudessem ter alguma concepção prévia em relação ao termo agrotóxico. Ressaltamos que durante a elaboração da SEI, a pesquisadora realizou uma breve pesquisa a respeito de reportagens sobre o tema que estavam sendo divulgadas no período da elaboração da SEI, e notou que o termo agrotóxico estava sendo mais utilizado.

Ressaltamos que alguns excertos das falas dos estudantes e da pesquisadora, assim como também os argumentos construídos, foram transcritos e vinculados a codinomes, de modo a preservar a identidade dos participantes.

Destacamos que para o desenvolvimento desta pesquisa, os meios de preservação de suas identidades foram esclarecidos aos participantes. A pesquisadora ressaltou a importância de não divulgar nenhuma imagem ou áudio, sendo então disponibilizado aos estudantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO A), para que seus responsáveis legais fossem informados da pesquisa, bem como, autorizassem a participação dos estudantes, após a primeira aula.

A constituição dos dados para esta pesquisa iniciou-se em outubro de 2020 e terminou em novembro de 2020, com treze aulas online, em cada turma, de duração média de uma hora e meia cada aula.

O desenvolvimento desta pesquisa foi autorizado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Lavras, pelo parecer de número: 4.516.302.

4.2 Público Alvo

Os estudantes foram convidados a participar da pesquisa por meio de um vídeo convite¹². Juntamente com o vídeo convite, foi disponibilizado um formulário¹³ de inscrição para os estudantes.

A partir das respostas dos estudantes ao formulário de inscrição, foi possível identificar a série que os estudantes cursavam a cidade de origem e, também, informações para a separação dos participantes em duas turmas para o desenvolvimento das aulas, sendo uma no turno matutino e a outra no noturno.

Esta pesquisa foi desenvolvida com estudantes do primeiro e terceiro anos do Ensino Médio, de duas escolas estaduais, situadas em cidades distintas de Minas Gerais. Os participantes estavam na faixa etária de 15 a 18 anos.

Os estudantes participaram de forma voluntária da pesquisa, uma vez que se interessaram pelo tema e pelas ações que seriam desenvolvidas, divulgadas pelo vídeo convite.

¹² O vídeo convite pode ser assistido no link <https://www.youtube.com/watch?v=1nqaj-RBXII>.

¹³ Interessados consultar: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSex_Ug-H5B8EucFJQRI4LT_Wqf3Ah036qujTUrIRDtKaENngQ/viewform

Após a divulgação do vídeo convite, 31 estudantes se inscreveram para participar das aulas, por meio do formulário de inscrição. Desses, 12 estudantes participaram da primeira aula, na qual foram fornecidas orientações sobre o desenvolvimento da SEI e também sobre a pesquisa. Também foram tomadas as decisões de dividir os estudantes em duas turmas, uma do turno matutino e outra do noturno. Permaneceram até o final das aulas, participando de todas as atividades, quatro estudantes.

Na Tabela 1 a seguir, apresentamos a quantidade de estudantes participantes de cada aula desenvolvida nas duas turmas.

Tabela 1 - Relação da participação dos estudantes por aula desenvolvida.

Aulas	Participantes da Turma da Manhã	Participantes da Turma da Noite
1	Não teve aula	12
2	4	3
3	2	4
4	2	2
5	3	3
6	2	2
7	2	1
8	1	2
9	1	1
10	0	2
11	1	3
12	Não teve aula	4
13	1	3

Fonte: Da autora (2022).

Ao finalizar o desenvolvimento da sequência de treze aulas, quatro estudantes permaneceram participantes. Portanto, foram analisados, nesta pesquisa, os materiais textuais produzidos por esses quatro estudantes. O estudante D e a estudante Y tinham 15 anos de idade e cursavam o primeiro ano do Ensino Médio. A estudante B estava com 17 anos e a estudante T com 18 anos e, ambas, cursavam o terceiro ano do Ensino Médio.

4.3 Constituição dos Dados

Para a constituição dos dados desta pesquisa, foi elaborada e desenvolvida uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), denominada Glifosato: o agrotóxico mais consumido no mundo, cujo objetivo principal foi promover condições para que os estudantes construíssem argumentos científicos informados, de acordo com os elementos epistêmicos da argumentação científica propostos por Sandoval e Reiser (2004).

A aplicação desta SEI se justifica por contemplar uma abordagem que pode promover o envolvimento dos estudantes em práticas epistêmicas, em interações discursivas e na

construção de argumentos científicos epistemicamente estruturados, visando favorecer a atuação ativa dos estudantes na construção de seus conhecimentos, de modo a proporcionar, no contexto do ensino de Ciências, a aproximação dos estudantes com as atividades desenvolvidas em uma investigação científica, tais como a coleta e análise de dados; o levantamento e teste de hipóteses; discussões entre os pares, o desenvolvimento de raciocínio proporcional e lógico e a construção de argumentos científicos.

Assim, o envolvimento dos estudantes nessas atividades e práticas pode contribuir para o processo de ensino e de aprendizagem de conceitos químicos relacionados ao conteúdo de soluções e sobre os conceitos relacionados à argumentação científica, fornecendo assim, dados que possibilitassem a inferência sobre a manifestação de habilidades argumentativas, e também a manifestação de habilidades de Alfabetização Científica, de Alfabetização Química e de Habilidades Cognitivas.

A seguir, apresentamos a descrição da SEI e das aulas e atividades desenvolvidas remotamente.

4.3.1 Descrição da SEI

Nesta subseção, apresentamos a elaboração das atividades propostas, os objetivos esperados para cada atividade e cada aula e, o desenvolvimento remoto da SEI com os estudantes.

Por meio da abordagem do Ensino por Investigação, a SEI desenvolvida tinha como objetivo principal, ensinar os estudantes a construir argumentos científicos informados, a partir de elementos epistêmicos da argumentação científica.

Portanto, foram apresentados e discutidos com os estudantes, os elementos epistêmicos essenciais para a construção de argumentos científicos; conceitos químicos sobre o conteúdo de soluções; conceitos químicos e bioquímicos relacionados à ação do glifosato, assim como, também, informações históricas, políticas, econômicas e ambientais sobre a utilização do glifosato, visando, dessa forma, promover condições para que os estudantes construíssem seus conhecimentos, de modo que, ao final do desenvolvimento da SEI, pudessem construir argumentos científicos informados relacionados à utilização do glifosato.

A temática relacionada ao uso do glifosato foi escolhida por dividir opiniões e estar em evidente discussão no contexto atual do Brasil, uma vez que, em 2019 e em 2020, extensas listas de substâncias para a produção de agrotóxicos foram liberadas para uso no país,

acompanhadas de reduções de taxas para a compra dessas substâncias, favorecendo o aumento do seu consumo.

A divergência de opiniões sobre a temática subsidia condições para a promoção de discussões, fornecendo, assim, situações propícias para o processo de ensino e aprendizagem, como a orientação sobre a construção de argumentos científicos informados; para a ocorrência de discussões pautadas no conhecimento científico, bem como também, para promover condições para o desenvolvimento de habilidades argumentativas, cognitivas, de Alfabetização Científica e de Alfabetização Química.

No Quadro 6, apresentamos um resumo sobre o desenvolvimento remoto da SEI Glifosato: o agrotóxico mais consumido no mundo, visando apresentar os objetivos, as atividades desenvolvidas em cada aula e, também, os instrumentos utilizados para a constituição dos dados.

Destacamos mais uma vez que todas as aulas foram desenvolvidas remotamente, utilizando a ferramenta Google Meet.

Quadro 6 - Resumo das aulas desenvolvidas remotamente (Continua).

Aula	Objetivos	Atividades Desenvolvidas
1 – Orientações sobre o grupo de estudos e sobre o desenvolvimento da pesquisa. Levantamento das concepções prévias dos estudantes.	Informar os estudantes sobre os detalhes da proposta do grupo de estudos sobre argumentação e química. Informar sobre o desenvolvimento da pesquisa, disponibilizar o TCLE e conhecer os estudantes participantes da pesquisa. Disponibilizar o questionário prévio. Levantar as concepções prévias dos estudantes sobre argumentação científica, soluções e Roundup®. Construir argumentos individuais.	Discussões sobre os dias e horários para as aulas. Separação do grupo em duas turmas. Apresentação por meio de PowerPoint do cronograma das aulas e atividades da SEI. Orientações sobre as ferramentas utilizadas durante a SEI (Google Meet, Classroom, Padlet, e-mail, Whatsapp). Disponibilização da Atividade 1: Questionário Prévio.
2 – Primeira resolução coletiva da situação problema.	Elaborar a primeira resolução para a situação problema e construir um argumento coletivo.	Discussões entre os estudantes e a pesquisadora, levantamento e teste de hipóteses para a resolução da Atividade 2: Situação Problema, visando à construção de um argumento coletivo.

Quadro 6 - Resumo das aulas desenvolvidas remotamente (Continua).

3-Argumentação científica.	Compreender a definição de argumentação científica. Elaborar a relações entre argumentação e aprendizagem de conceitos químicos, reconhecendo a importância da argumentação como prática científica. Conhecer e compreender os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados. Sistematizar as ideias sobre a construção de argumentos científicos. Analisar um argumento científico.	Discussões entre os estudantes e a pesquisadora visando à sistematização das primeiras propostas de resolução para a situação problema, desenvolvida na aula anterior. Apresentação por meio de slides, de forma expositiva dialogada, de exemplos de argumentações presentes no cotidiano dos estudantes; dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados e de orientações sobre o que se esperava ser desenvolvido pelos estudantes. Definição do conceito de argumento científico, discussões sobre argumentação orientada por senso comum e argumentação científica. Disponibilização da rubrica dos elementos para a construção de argumentos científicos informados. Resolução oral da Atividade 3: Analisando um argumento.
4 e 5 – Abordagem macroscópica do conteúdo químico de soluções.	Discutir o conteúdo soluções em nível macroscópico a partir do vídeo ¹⁴ disponibilizado. Discutir a resolução da Atividade 4, previamente disponibilizada aos estudantes. Diferenciar misturas homogêneas e heterogêneas. Elaborar o conceito de soluto e solvente. Compreender o conceito de solução. Identificar as substâncias que compõem as soluções. Identificar diferenças nos procedimentos para o preparo e para a diluição de soluções. Compreender a relação entre a variação na quantidade de soluto e solvente e a concentração das soluções.	Discussões sobre o vídeo sobre o desenvolvimento dos experimentos. Discussão das questões resolvidas pelos estudantes relacionadas aos experimentos. Atividade 4: Roteiro experimental. Atividade 5: Preparo e diluição de soluções.
6 – Discussão de conceitos sobre o conteúdo de soluções químicas.	Discutir sobre os conceitos inerentes ao conteúdo de soluções químicas, tais como, misturas homogêneas e heterogêneas, substâncias, soluções líquidas, gasosas e sólidas, solubilidade e interações entre soluto e solvente. Reconhecer soluções presentes no cotidiano por meio da exemplificação de algumas soluções.	Apresentação dialogada utilizando slides em PowerPoint.

¹⁴ Vídeo disponibilizado aos estudantes previamente por meio do link <https://www.youtube.com/watch?v=zqS61VO8I3Y>.

Quadro 6 - Resumo das aulas desenvolvidas remotamente (Continua).

7 – Abordagem submicroscópica do conteúdo químico de soluções.	Compreender e interpretar a relação entre concentração das soluções e a quantidade presente de partículas dos constituintes. Elaborar compreensões sobre o processo de dissolução das substâncias estarem relacionados às interações intermoleculares que ocorrem entre o soluto e o solvente, sendo estas do tipo íon-dipolo, em compostos iônicos e, em compostos moleculares, do tipo ligações de hidrogênio.	Manipulação pelos estudantes de forma individual, de uma simulação, orientada por questões, utilizando o software PhET - Interactive Simulations. Atividade 6: Simulação PhET.
8 – Abordagem simbólica do conteúdo químico de soluções.	Compreender os conceitos simbólicos sobre soluções. Discutir a equação para a determinação da concentração molar de soluções químicas. Resolver cálculos para a determinação da concentração molar das soluções. Interpretar textos contendo informações científicas. Identificar e reconhecer soluções presentes no cotidiano.	Discussões entre os estudantes e a pesquisadora, à resolução das questões Atividade 7: Cálculo de concentração e diluição.
9 – Conceitos químicos e bioquímicos do agrotóxico Glifosato.	Compreender a ação de inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato ($C_9 H_{13} O_9 P$), provocada pelo Glifosato. Compreender os significados de termos específicos referentes ao Glifosato, de modo que construam uma relação entre a ação de inibição enzimática provocada pelo Glifosato e o seu alto consumo no Brasil. Compreender a importância da fórmula estrutural do Glifosato na ação de inibição enzimática. Compreender a relação entre conceitos químicos e a construção de argumentos científicos.	Desenvolvimento de apresentação expositiva dialogada por meio da utilização de slides.
10 – Aspectos históricos, políticos, econômicos e ambientais sobre a utilização do agrotóxico Glifosato.	Assistir e interpretar um vídeo ¹⁵ previamente disponibilizado, contendo informações o Glifosato. Identificar e classificar evidências históricas, políticas, econômicas, ambientais, químicas, bioquímicas, tecnológicas e tóxicas, relacionadas aos Glifosato. Elaborar relações causais entre as evidências identificadas e o uso do Glifosato.	Discussões entre os estudantes e a pesquisadora sobre o vídeo, sobre as evidências identificadas e sobre a classificação das evidências. Resolução oral da Atividade 8: Identificação e classificação de evidências e construção de relações causais.

¹⁵ Link do Vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=3p_8dfo7rKc.

Quadro 6 - Resumo das aulas desenvolvidas remotamente (Conclusão).

11 – Avaliação e reconstrução do argumento individual final.	Identificar e avaliar evidências em atividades desenvolvidas em aulas anteriores. Discutir os elementos epistêmicos. Reconstruir o argumento individual final.	Discussões entre a pesquisadora e os estudantes sobre as evidências identificadas e sobre os elementos epistêmicos. Desenvolvimento da Atividade 9: Avaliação e reconstrução do argumento individual final.
12 – Avaliação e reconstrução do argumento coletivo final.	Identificar, avaliar e discutir evidências identificadas de forma coletiva, em atividades desenvolvidas em aulas anteriores. Discutir os elementos epistêmicos. Reconstruir o argumento coletivo final.	Discussões sobre as evidências identificadas, sobre os elementos epistêmicos e sobre a reconstrução do argumento coletivo. Desenvolvimento da Atividade 10: Avaliação e reconstrução do argumento coletivo final.
13 – Feedback e continuação da reconstrução dos argumentos.	Realização de feedback pela pesquisadora e pelos estudantes sobre o desenvolvimento da SEI. Finalização da reconstrução dos argumentos individuais e coletivos.	Discussões sobre a finalização da construção dos argumentos individuais e coletivos.

Fonte: Da autora (2022).

Por considerarmos relevante o detalhamento das atividades propostas para o desenvolvimento da SEI, apresentamos, na subseção a seguir, a descrição das atividades propostas e desenvolvidas, assim como também, seus respectivos objetivos pedagógicos, visando discutir cada atividade considerando inferências sobre as suas potencialidades, de acordo com os aportes teóricos considerados para a elaboração da SEI.

Destacamos assim, que as dimensões de AQ, propostas por Shwartz, Ben-Zvi e Hofstein (2006); os níveis de AC propostos por Bybee (1997) e as HC propostas por Suart e Marcondes (2008), contribuíram como referencial para a elaboração e desenvolvimento da SEI apresentada adiante.

Portanto, a seguir, apresentaremos as atividades planejadas, seguido pelo desenvolvimento remoto de cada aula.

4.3.2 Descrição do planejamento e do desenvolvimento das aulas e das atividades.

Consideramos importante ressaltar que nesta subseção será apresentada uma discussão sobre as potencialidades das atividades elaboradas, considerando os aportes teóricos que orientaram a elaboração da SEI, apresentando recortes das atividades, entretanto todas as atividades completas estão disponíveis nos Apêndices. Após isso, apresentaremos como cada uma das aulas foi desenvolvida pela pesquisadora.

Destacamos que a SEI e as atividades desenvolvidas e apresentadas nesta subseção, foram previamente elaboradas considerando o objetivo principal para o desenvolvimento desta pesquisa, que é ensinar os estudantes de química a construírem argumentos científicos informados.

4.3.2.1 Primeira Aula.

O planejado para a aula.

Para iniciar o desenvolvimento remoto da SEI, para a primeira aula foi planejado a apresentação da pesquisadora e dos estudantes participantes, a apresentação da pesquisa e dos objetivos centrais da SEI, de modo que a pesquisadora desenvolvesse explicações e orientações aos estudantes.

Essa aula também tinha como objetivo, o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Para isso, elaboramos a **Atividade 1: Questionário Prévio**, detalhada a seguir.

A Atividade 1: Questionário Prévio.

O questionário prévio tinha como objetivo geral, o levantamento das concepções prévias dos estudantes sobre argumentação, sobre o Roundup® e sobre o conteúdo químico de soluções. Ainda, promover condições para incentivar o processo reflexivo dos estudantes, de modo que pudessem elaborar relações entre a construção de argumentos científicos e a aprendizagem de conceitos químicos.

A proposição das questões 1, 2, 3 e 4, representadas no Quadro 7 visou investigar o conhecimento prévio dos estudantes sobre argumentação científica. Essas questões também foram propostas no questionário pós, de modo que pudséssemos obter dados para as análises de possíveis contribuições promovidas durante o desenvolvimento da SEI em relação à construção do conhecimento sobre argumentação científica.

Para a proposição dessas questões, consideramos que “[...] aprender ciências supõe, entre outras coisas, aprender a construir e a avaliar explicações baseadas em evidências” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCCOS, 2015, p. 142).

Quadro 7 - Questões 1, 2, 3 e 4 propostas na Atividade 1.

1) O que você entende sobre argumentação?

2) De acordo com o seu conhecimento sobre argumentação, escolha, entre os critérios abaixo, o (s) que você considera ser ou serem importantes para a construção de argumentos científicos.

- Opinião própria
- Conclusão
- Opinião da maioria das pessoas (senso comum).
- Autoridade.
- Evidências/Dados
- Convicção.
- Conhecimento científico.
- Persuasão.
- Relação de causa e efeito.
- Manipulação.

3) Para cada uma das opções escolhidas na questão dois anterior, sobre os critérios que você considera importantes para a construção de argumentos científicos, justifique cada uma de suas escolhas.

4) Saber argumentar é importante para a participação em discussões que envolvem conceitos aprendidos nas aulas de Química? Justifique sua resposta.

Fonte: Da autora (2022).

A questão 5, apresentada no Quadro 8, refere-se à situação problema norteadora da SEI.

Quadro 8 - Questão 5, proposta na Atividade 1.

5)
O Roundup® é o agrotóxico mais utilizado no Brasil.
Seu consumo está relacionado às suas propriedades químicas, físico-químicas e bioquímicas, as quais proporcionam ao Roundup® alta eficiência como herbicida. Porém, sua utilização é tema de muitos debates e divergem opiniões em relação às consequências de contaminações ambientais e danos à saúde humana. É possível identificar vertentes que apoiam seu uso, como é o caso das pessoas envolvidas com a produção e consumo do agronegócio, e outras que se opõem, como é o caso das pessoas envolvidas com a produção e consumo de orgânicos.

Os argumentos considerados válidos para o debate sobre a utilização de agrotóxicos como o Roundup® devem ser estruturados por conhecimento científico, como por exemplo, conhecimentos químicos, sociais, ambientais, tecnológicos, econômicos, históricos entre outros.

Neste sentido, você foi escolhido (a) para argumentar em um debate de televisão, evidenciando seu posicionamento, sobre a utilização ou não de um agrotóxico similar ao Roundup®.

Sendo assim, qual argumento científico você construirá para participar do debate?

Fonte: Da autora (2022).

Ao propor a situação problema no questionário prévio, para que os estudantes tentassem resolvê-la de modo individual, tínhamos como objetivo obter dados sobre as habilidades argumentativas individuais dos estudantes. Queríamos, também, obter dados sobre o desenvolvimento individual dos estudantes durante o desenvolvimento da SEI, visando às análises sobre a evolução dos estudantes em relação à construção do primeiro

argumento individual no início da SEI e, em relação ao segundo argumento individual, que seria construído ao final do desenvolvimento da SEI.

Para a elaboração e proposição da questão 6, representada na Quadro 9, consideramos uma situação conhecida do cotidiano dos estudantes: o preparo de suco em pó.

Quadro 9 - Questões 6 proposta na Atividade 1.

<p>6) É muito comum, em nosso cotidiano, o consumo de sucos em pó. Desenhe, com detalhes, a preparação de um suco em pó.</p> <p style="text-align: center;">Caro aluno é importante evidenciar no seu desenho:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A quantidade de água utilizada, a quantidade do suco em pó e a adição de algum outro composto. • A classificação da mistura como homogênea ou heterogênea. Justificando sua escolha. • Identificar o composto que é o soluto e o composto que é o solvente. <p>a) Considerando as quantidades dos compostos que você utilizou para preparar o seu suco, este está mais ou menos concentrado? Justifique sua resposta.</p> <p>b) O que acontece com a concentração do suco preparado, se você aumentar a quantidade de água adicionada?</p> <p>Observação: Elabore o desenho em seu caderno e envie a foto para a professora.</p>
--

Fonte: Da autora (2022).

Assim, de modo gradativo, buscamos mediar a construção do conhecimento científico pelos estudantes sobre o conteúdo de soluções, partindo do cotidiano deles e de seus conhecimentos prévios, visando à evolução na utilização de termos, inicialmente de senso comum, para termos específicos do ensino de Química, por meio da SEI.

A elaboração das questões anteriormente apresentadas foi orientada pelos níveis cognitivos para questões, propostos por Suart e Marcondes (2008); pelos níveis de AC propostos por Bybee (1997), pelas dimensões de AQ propostas por Shwartz, Ben-Zvi e Hofstein (2006), e pelo trabalho de Carmo (2005), de modo que, por meio das respostas dos estudantes, pudessem ser manifestados elementos constituintes dessas categorias.

A questão 6 requer que o estudante desenvolva atividades mentais como comparar, contrastar e utilizar conceitos, como o conceito de misturas homogêneas e heterogêneas. Nesse primeiro momento, era esperado que alguns estudantes pudessem elaborar suas respostas de modo intuitivo e/ou por possuírem esse conhecimento construído além do contexto do ensino de Química, manifestando assim, níveis baixos de habilidades cognitivas.

De modo geral, sobre os níveis de AC, às dimensões de AQ, às habilidades cognitivas, e sobre a manifestação dos elementos epistêmicos, esperávamos que as respostas dos estudantes para as questões propostas na **Atividade 1**, alcançassem níveis mais baixos como, por exemplo, os níveis de AC, Sem Alfabetização Científica e Alfabetização Científica

Nominal (BYBEE,1997), demonstrando a incompreensão ou concepções alternativas sobre os conceitos de argumentação e soluções presentes no questionário. Nas dimensões de AQ, esperávamos a manifestação da dimensão Química no Contexto, na qual os estudantes pudessem estruturar suas respostas a partir de conhecimentos de senso comum. Nos níveis cognitivos, esperávamos a manifestação de habilidades de ordem N1 e N2 e, sobre os elementos epistêmicos, presumíamos que os estudantes não manifestassem nenhum desses elementos, uma vez que a argumentação não é um conceito comumente abordado nas aulas de Química.

Embora tivéssemos o interesse de obter respostas pelos estudantes que pudessem fornecer dados sobre os níveis de AC, sobre as dimensões de AQ, sobre as habilidades cognitivas e também sobre a manifestação dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos, nesta pesquisa consideramos essas categorias para a análise detalhada apenas da questão 5, que é a Questão Problema orientadora da SEI. As respostas a essa questão forneceram dados sobre a construção individual do argumento científico. Isso porque tínhamos o interesse em analisar a evolução do conhecimento dos estudantes sobre a construção de argumentos científicos informados.

O que foi desenvolvido na aula.

Na primeira aula da SEI, a pesquisadora forneceu orientações gerais sobre os objetivos da SEI, sobre a formação das turmas; sobre o desenvolvimento e objetivos das pesquisas; sobre a relação entre a argumentação e o ensino de Química; e também sobre o cronograma de atividades e das aulas.

A pesquisadora explicou sobre as ferramentas utilizadas para mediar o desenvolvimento das aulas e das atividades, como o Google Meet, Google Classroom, Padlet, PhET, Whatsapp e E-mail.

Orientações sobre o desenvolvimento de sua pesquisa de mestrado e sobre a coleta dos dados também foram realizadas pela pesquisadora, visando destacar que a participação dos estudantes seria voluntária e que suas identidades seriam preservadas em sigilo.

Foi reservado um momento dessa aula para que os estudantes e a pesquisadora pudessem se apresentar.

Foram decididos, também, os dias das aulas semanais, de modo que as aulas ocorreram as terças e quartas-feiras de cada semana, iniciando em 01/10/2020 e terminando

em 18/11/2020, totalizando treze aulas com duração média de uma hora e trinta minutos cada aula, tempo que se aproxima de duas aulas de cinquenta minutos.

Ao final da aula, a pesquisadora disponibilizou, por meio da ferramenta Google Forms a **Atividade 1: Questionário Prévio** (APÊNDICE A) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, disponibilizado por e-mail (ANEXO A).

4.3.2.2 Segunda Aula.

O planejado para a aula.

Para o desenvolvimento dessa aula, tínhamos como proposta a apresentação da situação problema para oportunizar a primeira resolução pelos estudantes, de forma coletiva, uma vez que, no questionário prévio (questão 5, Figura 2), os estudantes desenvolveriam uma primeira resolução da situação problema de forma individual.

Tínhamos como proposta para o desenvolvimento coletivo da **Atividade 2: Situação Problema** (APÊNDICE B), promover condições para a ocorrência de discussões entre os estudantes e entre os estudantes e a pesquisadora, assim como, também, possibilitar o levantamento, o teste e a discussão de hipóteses sobre a construção de argumentos.

A Atividade 2: Proposição da Situação Problema.

A proposição de uma situação problema objetiva promover condições para que os estudantes discutam, levantem e testem hipóteses, formulem conclusões e passem da ação manipulativa para a ação intelectual para resolverem o problema proposto (CARVALHO, 2018).

A situação problema proposta nesta SEI, apresentada anteriormente na Figura 2, é caracterizada como sendo um problema não experimental, “que visando promover a introdução dos alunos nas diversas linguagens de Ciências, é aquele que não sendo experimental, trabalha com dados experimentais, que podem ser trazidos pelo professor [...]” (CARVALHO, 2018, p. 15). Sabendo que a argumentação científica é uma das linguagens inerente ao ensino de Ciências, e requer trabalho com os dados, a situação problema proposta tem como objetivos, promover condições para a construção de argumentos científicos que expressem o posicionamento crítico dos estudantes sobre a utilização do agrotóxico Roundup®, assim como, também, promover condições para a elaboração de relações entre a

argumentação científica e a aprendizagem de conceitos inerentes à Química, visando favorecer o envolvimento dos estudantes nos processos da argumentação e na construção de argumentos.

Um aspecto relevante nessa atividade é a possibilidade de promover condições para que o estudante compreenda os objetivos da investigação que será desenvolvida, bem como o produto final dessa investigação, que nesse caso, é um argumento científico (SANDOVAL, 2003).

Para o desenvolvimento desta atividade, sugerimos a realização de discussões mediadas pelo professor, visando dessa forma, a construção coletiva de um argumento científico, possibilitando promover condições para a ocorrência de discussões entre os pares, bem como a divulgação e sistematização das ideias pelos estudantes, de modo que essas interações possam contribuir para o desenvolvimento de habilidades argumentativas, uma vez que os estudantes terão a possibilidade de se envolver em ações pró-argumentação, como por exemplo, falar e ouvir; argumentar, contra argumentar e construir argumentos científicos (LOURENÇO; MICHALISKI; QUEIROZ, 2017, p. 2732). Nesse momento consideramos relevante a ação do professor em solicitar justificativas para as respostas dos estudantes durante as discussões podendo, assim, contribuir para a organização de suas ideias e seus raciocínios.

Ao elaborar essa situação problema, esperávamos que, ao final da SEI, pudéssemos obter dados que permitissem a inferência de uma relação profícua entre o ensino de argumentação científica orientada por elementos epistêmicos e a promoção de AC, de AQ e de HC, uma vez que, se durante o desenvolvimento da SEI os estudantes construíssem argumentos que apresentem uso de evidências, e/ou construção de relações causais, e/ou descarte de explicações alternativas, e/ou documentação de limitações dos argumentos (SANDOVAL, REISER, 2004). Esses argumentos poderiam fornecer indícios da promoção de habilidades de AC, AQ e HC, além de habilidades argumentativas, como, por exemplo, quando da compreensão e do reconhecimento da importância do conhecimento químico perante o uso do Glifosato, em seus posicionamentos (SHWARTZ; BEN-ZVI; HOFSTEIN, 2006).

No entanto, esperávamos que a primeira resolução da situação problema, elaborada na segunda aula, fornecesse argumentos não suportados por evidências e relações causais, uma vez que, como bem documentado na literatura, os estudantes apresentam dificuldades em construir argumentos com essas exigências, por consequência da dificuldade na identificação de evidências relevantes para suportar ou refutar argumentos (SANDOVAL; MILLWOOD,

2007). Assim sendo, esperávamos também que os dados fornecidos por essa atividade pudessem contribuir com as análises sobre o desenvolvimento conceitual dos estudantes sobre argumentação científica.

O que foi desenvolvido na aula.

Na segunda aula, a pesquisadora iniciou o diálogo sobre a resolução da **Atividade 1: Questionário Prévio** com os estudantes participantes, mediando a discussão para possibilitar a participação dos estudantes sobre a construção do argumento científico individual, retomando a questão 5 do questionário prévio, por meio do questionamento: Como foi para vocês construir um argumento científico?

Os estudantes apresentaram, de forma oral e escrita pelo chat da reunião, suas respostas a esse questionamento.

Em seguida, a pesquisadora explicou que a questão 5 do questionário prévio, a qual havia sido resolvida de forma individual, seria a situação problema a ser resolvida durante a sequência de aulas. Nesse momento, a pesquisadora desenvolveu explicações sobre o trabalho em grupo relacionado à **Atividade 2: Situação Problema** e sobre a ferramenta Padlet¹⁶, um software educacional que favorece a interatividade da aula e o compartilhamento de ideias entre os estudantes.

A atividade visava o estabelecimento de um consenso sobre a construção do argumento, sobre o posicionamento dos estudantes e sobre as informações apresentadas no argumento.

Em seguida, os estudantes acessaram o Padlet e construíram o primeiro argumento coletivo. É importante destacar que todos¹⁷ os estudantes participantes dessa aula contribuíram com a construção do argumento coletivo. Assim, o Padlet, foi uma ferramenta educacional que possibilitou a construção do argumento coletivo, facilitando a inserção de trechos escritos pelos estudantes.

¹⁶ Interessados acessar: <https://pt-br.padlet.com/>.

¹⁷ Ressaltamos que os estudantes que participaram da construção desse primeiro argumento coletivo não foram todos os que participaram da construção do argumento final. Entretanto o estudante D, que participou da construção desse primeiro argumento coletivo da turma da manhã, e as estudantes B, T e Y, que também participaram da construção coletiva desse segundo argumento, porém da turma da noite, também participaram da construção do segundo argumento coletivo.

Após a realização da atividade, a pesquisadora iniciou outra discussão com os estudantes a partir do questionamento: “Vocês acham que devem existir regras, ou orientações, ou formas para se construir um argumento?”.

Os estudantes participaram dessa discussão por meio da escrita no chat da reunião e, também, de forma oral. A partir das respostas dos estudantes, a pesquisadora mediou à discussão solicitando justificativas para as respostas, até que eles chegaram ao consenso de que existem padrões específicos para a construção de argumentos científicos.

Para finalizar a aula, a pesquisadora ressaltou que durante as aulas seguintes, a situação problema seria retomada, e que seriam desenvolvidas aulas e atividades visando à construção do conhecimento sobre a argumentação, sobre o uso de agrotóxico e sobre o conteúdo de soluções, de modo a fornecer condições para que os estudantes pudessem reconstruir esses primeiros argumentos construídos até aquele momento.

4.3.2.3 Terceira Aula

O planejado para a aula

Tínhamos como objetivos para a proposta da terceira aula, promover condições para o envolvimento dos estudantes em discussões sobre a argumentação científica. Ainda esperávamos que a proposta dessa aula pudesse contribuir para que os estudantes identificassem algumas diferenças entre a argumentação orientada por senso comum e a argumentação científica.

Esperávamos, também, apresentar aos estudantes a rubrica dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados (Sandoval e Reiser, 2004), visando iniciar discussões sobre a estrutura do argumento a ser construído nas aulas seguintes.

Portanto, é proposto para essa aula, o desenvolvimento de uma apresentação expositiva dialogada e da **Atividade 3** (APÊNDICE C), ambas descritas adiante.

A apresentação foi elaborada por meio da utilização de tirinhas¹⁸ que abordavam diversos tipos de situações envolvendo os termos argumento e argumentação, visando

¹⁸https://iguinho.com.br/tirinhas/tirinha_gui-estopa_11.png;
<https://www.umsabadoqualquer.com/contra-fatos-nao-ha-argumentos>;
<https://www.umsabadoqualquer.com/909-argumentos>;
www.portalpepper.com.br/images/blog/6457/epitafio.jpg.
<https://www.lerecompreendertextos.com.br/2018/08/tipologia-argumentativa-generos-textuais.html>.

oferecer tempo e espaço para que os estudantes pudessem apresentar e discutir suas percepções, ideias e conhecimentos sobre elas.

A proposição da apresentação, discussão e orientação sobre os elementos propostos por Sandoval e Reiser (2004), visava mediar a interpretação dos estudantes sobre esses elementos, para que, então, pudessem desenvolver atividades de análise e construção de argumentos, orientados por esses elementos.

A apresentação expositiva dialogada é proposta considerando o trabalho de Sandoval (2004) e Sandoval e Reiser (2004), nos quais os autores apresentam, respectivamente, a importância dos estudantes compreenderem o produto científico que deverão produzir durante a investigação que está sendo proposta em sala de aula e as contribuições da orientação explícita sobre os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados.

Outro aspecto que consideramos relevante e que também orienta a elaboração da apresentação expositiva é que “um estudo na aula de Ciências deve, em primeiro lugar, clarificar o significado de “argumento” no marco do estudo” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCCOS, 2015, p. 143). Desse modo, buscamos com a proposta dessa apresentação, discutir o significado de argumentação científica, bem como, também, promover condições para o envolvimento dos estudantes na ação pró-argumentação, “*conhecer o significado de argumento*, definindo o que é argumento, apresentando exemplos de argumentos e fazendo questionamentos sobre a dinâmica envolvida no processo de argumentação” (LOURENÇO; MICHALISKI; QUEIROZ, 2017, p. 2732).

Já para a proposta da **Atividade 3: Analisando um argumento**, apresentada no Quadro 10, tínhamos como objetivos promover condições para a sistematização das ideias dos estudantes sobre a construção de argumentos científicos, assim como, também, promover espaço e autonomia para os estudantes se envolverem em discussões orientadas pelos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados (SANDOVAL; REISER, 2004), visando a análise de um exemplo de argumento científico.

Quadro 10 - Atividade 3 (Continua).

Atividade 3: Analisando um argumento científico.

O Roundup® é o agrotóxico mais utilizado no Brasil.

Roundup® é o nome comercial para um agrotóxico da classe dos herbicidas (matam plantas), inicialmente fabricado pela empresa Norte Americana Monsanto, que em 2018, foi comprada pela empresa Alemã, Bayer. Esse agrotóxico é muito utilizado para matar plantas indesejadas em plantações de soja, milho entre outros, e, em pastos para gado ou em terrenos baldios.

O Roundup® tem como princípio ativo uma substância conhecida como Glifosato (N-(fosfonometil) glicina), cuja fórmula molecular é, $C_3H_8NO_5P$.

O Glifosato é uma substância química, que possui alta solubilidade (propriedade físico-química) em água (12 g/L a 25 °C). Essa propriedade do Glifosato facilita o preparo de soluções cujas concentrações podem ser distintas. A alta solubilidade do Glifosato também promove facilidades nas condições de sua aplicação e sua absorção nas plantações, bem como no transporte no interior das plantas, ocasionando, assim, a morte delas.

Portanto, a solubilidade pode ser uma evidência científica que contribua para o entendimento de que o Roundup®/Glifosato seja o agrotóxico mais utilizado no Brasil.

Por meio da argumentação apresentada anteriormente, a qual evidencia a alta utilização do Glifosato no Brasil à suas propriedades físico-químicas, como a solubilidade, não evidencia-se a consideração de posicionamentos contra ou a favor sobre a sua utilização, considerando, por exemplo, os impactos ambientais, aspectos sociais, políticos bem como relações com outros conceitos científicos associados.

Neste sentido, pense nas seguintes questões para avaliar se este argumento pode ser considerado válido e científico, respondendo em seguida as questões.

Questões:

1) Podemos considerar que o argumento acima, sobre a utilização do Roundup®, pode ser considerado uma boa argumentação? Justifique sua resposta.

2) O argumento apresenta uma conclusão formulada? Justifique sua resposta.

3) É possível identificar no argumento o uso de evidências? Justifique sua resposta.

Obs: Evidências são informações, dados, ou indicações da existência e/ou explicação de algo.

4) É possível identificar no argumento relações causais entre as evidências? Justifique sua resposta.

Obs: Relações causais são relações entre evidências que explicam como e o porquê as coisas acontecem, um exemplo hipotético: A causa B, que causa C e por isso acontece D.

5) O argumento apresenta o descarte de explicações alternativas? Justifique sua resposta.

Obs: O descarte de explicações alternativas refere-se à ação de analisar alternativas distintas da apresentada no argumento, outras análises sobre a mesma situação, ou situação distinta, e considerar que a explicação construída é melhor do que as outras possibilidades de explicação, justificando essa escolha. O argumento deve documentar porque as explicações alternativas foram rejeitadas, em favor da explicação escolhida.

Quadro 10 - Atividade 3 (Conclusão).

6) O argumento apresenta limitações da explicação construída? Justifique sua resposta.
Obs: Apresentar limitações da explicação refere-se à ação, de documentar dados, perspectivas e análises que não foram consideradas na explicação/argumento, mas que podem ser perspectivas relevantes.

Quadro 1. Elementos para a construção de argumentos científicos informados.

Elemento	Descrição para os Estudantes
Coerência causal	Argumentos científicos são construídos por meio de explicações causais. São enunciados sobre como uma situação causa outra. Elas explicam como ou por que as coisas acontecem. Os argumentos científicos envolvem relações de causa e efeito: A causa B, que causa C, e causa D.
Uso de evidências	Os argumentos científicos são científicos porque são baseados em padrões de dados/evidências. Deve-se considerar a lógica para vincular as evidências para apoiar seus argumentos. É importante citar as evidências e vincular essas evidências, especificamente, para apoiar partes de seus argumentos.
Descartar explicações alternativas	Como a maioria dos cientistas, rejeitar ideias ao longo do caminho, é um processo natural, para determinar o que é considerado como o melhor argumento. Não é possível ter certeza de que se tem o melhor argumento se não considerou argumentos/ explicações alternativas e documentou o porquê esses argumentos/explicações devem ser rejeitadas em favor de um argumento/explicação melhor. É importante apresentar pelo menos duas explicações articuladas ao posicionamento escolhido, para o suporte de argumento.
Documentar as limitações de seus argumentos	Qualquer argumento, por mais abrangente que seja, não será capaz de dar conta de todos os dados/evidências disponíveis. Portanto é importante documentar as limitações dos argumentos construídos. Argumentos sem limitações não documentadas perdem aspectos de validação.

Fonte: Da autora (2022).

A proposta desta atividade consiste na apresentação, aos estudantes, de um argumento científico elaborado considerando os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos (SANDOVAL; REISER, 2003), de modo a favorecer a eles a avaliação desse argumento em relação a identificação dos elementos epistêmicos na estrutura do argumento escrito.

Assim, o argumento apresentado na Atividade 3 foi elaborado contemplando alguns dos elementos epistêmicos para validação de argumentos científicos (SANDOVAL; REISER, 2004). São eles: a elaboração de uma conclusão, uso de evidências, construção de relações causais e documentar limitações do argumento. Já o elemento epistêmico, descarte de explicações alternativas, foi propositalmente não inserido no argumento, visando dessa forma, evitar influenciar os estudantes na elaboração de seus raciocínios ou fornecer respostas para eles, uma vez que, o objetivo do exemplo do argumento nessa atividade é fornecer evidências sobre o uso do Roundup®, bem como, oferecer opções de exemplos e perspectivas para a elaboração de raciocínios pelos estudantes, para que eles pudessem direcionar suas investigações e a construção de seus argumentos científicos.

Acreditamos que o exemplo de um argumento construído a partir dos elementos epistêmicos, poderia ajudar os estudantes na compreensão de cada elemento e suas funções na

estrutura do argumento, de modo que, nas aulas e atividades seguintes, o desenvolvimento dessa atividade pudesse auxiliar os estudantes a construir argumentos científicos informados considerando os elementos epistêmicos. Uma vez que Sandoval e Reiser (2004) documentam, em sua pesquisa, a evolução nos argumentos construídos pelos estudantes em relação ao uso de evidências e à construção de relações causais, quando lhes foram apresentada a rubrica dos componentes epistêmicos de explicações, sendo assim, promovida a oportunidade de compreenderem o que era esperado deles, assim como, também, a oportunidade de interpretar esses elementos.

Ainda nessa atividade, são propostas questões orientadoras para a análise deste argumento. A sugestão para o desenvolvimento dessa atividade é que ela seja realizada de modo a favorecer a autonomia dos estudantes durante as discussões, o levantamento e teste de hipóteses, bem como a elaboração de suas conclusões.

O que foi desenvolvido na aula.

Como descrito, a terceira aula teve como tema central a argumentação científica. Portanto, a pesquisadora iniciou a aula com uma discussão mediada pelos questionamentos.

“Por que é importante saber argumentar?”, “Por que na Situação Problema está sendo utilizado o termo argumento científico, e não apenas argumento?”, “Que diferenças vocês consideram que existem entre os termos: argumentos científicos e argumentos?”, “O que é necessário para construir argumentos científicos?”.

A discussão inicial durou cerca de quarenta minutos e a pesquisadora mediu esse momento solicitando aos estudantes justificativas para suas respostas, visando estimular o raciocínio, a elaboração de hipóteses e a exploração das ideias e conhecimentos prévios.

Após a discussão, a pesquisadora iniciou a apresentação expositiva dialogada com os estudantes, por meio da utilização de slides e compartilhamento da tela de seu computador, de forma que os estudantes pudessem acompanhar a apresentação.

Ao final da apresentação, a pesquisadora explicou aos estudantes o Quadro 2 (apresentado na página 22 deste trabalho) sobre os elementos epistêmicos para a construção dos argumentos científicos informados, que havia sido previamente disponibilizado aos estudantes, antes da aula, por meio da ferramenta Classroom.

Cada elemento epistêmico foi detalhado e discutido com os estudantes. Em alguns momentos, a pesquisadora utilizou a estratégia de exemplificação, visando promover

condições para a compreensão dos estudantes sobre cada elemento epistêmico, seus objetivos e funções na estrutura do argumento científico.

A pesquisadora procurou, também, relacionar a explicação de cada elemento com as falas, ideias e conhecimentos prévios dos estudantes, mediante a participação deles.

A discussão teve a participação e contribuição de todos os estudantes participantes e excedeu o tempo previsto pela pesquisadora. Portanto, um encontro extra foi marcado para a turma da manhã, para a resolução da “Atividade 3: Analisando um argumento” apresentada na Figura 3, anteriormente. Já na turma da noite, essa atividade foi desenvolvida nessa mesma aula. Entretanto, não foi possível, em nenhuma das duas turmas, finalizar a resolução de todas as questões dessa atividade. Portanto, a Atividade 3 foi disponibilizada posteriormente para os estudantes por meio da sala de aula Google, para que pudessem responder às três últimas questões propostas, de modo que, os estudantes encaminhassem suas respostas para a pesquisadora.

4.3.2.4 Quarta aula e Quinta Aula

O planejado para as aulas.

Planejamos para a quarta aula, iniciar as discussões sobre o conteúdo de soluções por meio de atividades elaboradas considerando a abordagem macroscópica do conteúdo de soluções.

Portanto, propomos o desenvolvimento de dois experimentos demonstrativos investigativos e a discussão de questões referentes a eles.

É importante ressaltar que a aprendizagem de conceitos sobre o conteúdo de soluções é um processo que requer dos estudantes habilidades de alto nível cognitivo, como habilidades de abstração, mas, também, requer dos professores o conhecimento prévio das concepções que os estudantes podem possuir sobre os conceitos e termos relacionados às soluções (CARMO, 2005; CARMO; MARCONDES, 2008).

As autoras supracitadas ressaltam que os estudantes elaboram concepções incoerentes sobre o conceito de soluções, requerendo assim, do professor, o conhecimento sobre essas concepções para então elaborar estratégias visando à “reorganização conceitual e gradual, para o desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem desses conceitos” (CARMO; MARCONDES, 2008, p. 38).

Nesse sentido, a proposta de desenvolvimento dos experimentos e das Atividades 4 e 5, objetiva auxiliar os estudantes na elaboração e compreensão de conceitos relacionados à abordagem macroscópica do conteúdo de soluções.

Vale ressaltar que, objetivando envolver os estudantes na abordagem investigativa, é importante o estabelecimento de um diálogo entre eles e o professor, visando, desse modo, mediar os processos de compreensão e interpretação sobre o preparo e diluição de soluções, auxiliando os estudantes a identificarem evidências macroscópicas, diferenciarem as misturas heterogêneas e homogêneas, elaborarem o conceito de soluções como sendo uma mistura homogênea de substâncias, identificarem as substâncias presentes nas soluções, compreenderem o conceito de soluto e solvente e o processo de diluição de soluções, bem como, identificarem o soluto e solvente destas.

Desse modo apresentamos, a seguir, a proposta dos experimentos para a **Atividade 4: Roteiro Experimental** (APÊNDICE D), que visa facilitar ao estudante o acompanhamento dos experimentos e, da **Atividade 5: Preparo e diluição de soluções** (APÊNDICE E).

Os experimentos.

Propomos o desenvolvimento dos experimentos investigativos, de forma demonstrativa, uma vez que a SEI foi desenvolvida de forma remota. Eles se referem ao preparo de soluções e à diluição de solução, de modo a oportunizar discussões sobre esses distintos processos.

O desenvolvimento demonstrativo dos experimentos teve como aporte teórico a abordagem do Ensino por Investigação, de modo que pudéssemos promover condições para que os estudantes levantassem e testassem hipóteses, discutissem entre eles as evidências macroscópicas identificadas, bem como elaborassem conclusões sobre os experimentos.

Nesse sentido, avaliamos os experimentos propostos em relação ao grau investigativo, considerando os graus de liberdade intelectual oferecida aos estudantes pelo professor em atividades experimentais. No Quadro 11, são apresentados os graus de liberdade intelectual propostos por Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abid e Pietrocola, 2010.

Quadro 11 - Graus de liberdade oferecidos ao aluno (A) pelos professores (P) em atividades experimentais.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipótese	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abid e Pietrocola (2010).

Consideramos que os experimentos propostos podem ser categorizados no Grau 3 (Quadro 7), uma vez que o problema é proposto pela pesquisadora; o levantamento e teste de hipóteses desenvolvido pelos estudantes; o plano de trabalho desenvolvido pela pesquisadora, a obtenção e análise dos dados, assim como a elaboração das conclusões, desenvolvidos pelos estudantes e, posteriormente discutidas, visando o envolvimento de toda a turma.

Atividades experimentais categorizadas no Grau 3 são consideradas de baixo grau investigativo. De acordo com os autores, são atividades que indicam que o professor ainda detém a posição central e de autonomia durante a aula, porém, pode-se considerar que está em fase de transição para possibilitar que os estudantes estejam no centro da construção de seu conhecimento. Assim, a partir da avaliação dos experimentos, foi possível identificar aspectos investigativos e de autonomia possibilitados aos estudantes.

A Atividade 4: Roteiro Experimental.

A Atividade 4, representada no Quadro 12,, tem como proposta auxiliar os estudantes a acompanharem as manipulações experimentais desenvolvidas pela pesquisadora. No primeiro experimento são abordados conceitos sobre o preparo de soluções e, no segundo, conceitos sobre a diluição de soluções.

Quadro 12 - Atividade 4 (Continua).

Atividade 4: Roteiro Experimental Preparo de soluções.	
1)	Em um béquer de 50 mL, adicionar utilizando uma proveta, 10 mL de água e 10 mL de leite de magnésia.
2)	<p>Pesar uma amostra de 0,66 g de sulfato de cobre penta hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transferir a amostra para um béquer de 50 mL. • Utilizando uma proveta adicionar 10 mL de água no béquer, visando à solubilização do $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. <p>Com o auxílio de um funil e de um bastão de vidro, transferir a solução preparada para um balão volumétrico de 100 mL.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesar uma amostra de 1,00 g de sulfato de cobre penta hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). • Transferir a amostra para um béquer de 50 mL.

Quadro 12 - Atividade 4 (Conclusão).

- Utilizando uma proveta adicionar 10 mL de água no béquer, visando a solubilização do $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- Com o auxílio de um funil e de um bastão de vidro, transferir a solução preparada para um balão volumétrico de 150 mL.
- Em um béquer de 50 mL, adicionar 10 mL de água e 10 mL de óleo de soja.

Roteiro Experimental - Diluição de soluções.

- Diluir a solução preparada a partir de 0,66 g ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) com o auxílio de uma proveta, transferindo 15 mL de água para o balão volumétrico, de modo que o volume dessa solução atinja 25 mL.
- Repetir o procedimento acima, adicionando 25 mL de água, de modo que o volume dessa solução atinja 50 mL.
- Adicionar água, até o menisco do balão volumétrico.
- Diluir a solução preparada a partir de 1,0 g de ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), com o auxílio de uma proveta, transferindo 15 mL de água para o balão volumétrico, de modo que o volume dessa solução atinja 25 mL.
- Repetir o procedimento acima, adicionando 25 mL de água, de modo que o volume dessa solução atinja 50 mL.
- Adicionar água, até o menisco do balão volumétrico.
- Com o auxílio de uma pipeta graduada, retirar uma amostra de 1 mL da solução estoque de glifosato, e transferir a amostra para um balão volumétrico de 100 mL,
- Diluir a solução estoque de $\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}$, com o auxílio de uma pipeta graduada, transferindo 15 mL de água para o balão volumétrico, de modo que o volume dessa solução atinja 25 mL.
- Repetir o procedimento acima, adicionando 25 mL de água, de modo que o volume dessa solução atinja 50 mL.
- Adicionar água, até o menisco do balão volumétrico.

Fonte: Da autora (2022).

A Atividade 5: Questões sistematizadoras sobre o preparo e diluição de soluções.

A proposta da **Atividade 5**, apresentada no Quadro 13, visou promover um momento de sistematização e discussão após o desenvolvimento dos experimentos, de modo que os estudantes pudessem identificar e reconhecer evidências macroscópicas sobre o preparo e diluição de soluções.

Quadro 13 - Atividade 5.

Atividade 5: Preparo e diluição de soluções.

1) Considerando todas as misturas realizadas na atividade experimental demonstrativa, preencha o Quadro 3.

Quadro 2: Misturas e Soluções.

Evidências	Água e Leite de Magnésia	0,66 g de ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	1,00 g de ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	Água e Óleo de Soja	Solução estoque de $C_3H_8NO_5$
Coloração					
Intensidade da Coloração					
Homogênea					
Heterogênea					
Compostos adicionados					
Quantidade de cada composto					
Soluto					
Solvente					
Maior Concentração					
Menor Concentração					

Fonte: Da autora (2022).

A questão elaborada para essa atividade objetiva mediar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes (SUART, 2008), por meio da proposição de questões que requerem pouca demanda cognitiva.

O que foi desenvolvido na aula.

A escolha por desenvolver os experimentos de modo demonstrativo e gravado em vídeo nesta aula, se justifica devido ao contexto da pandemia do Covid-19.

Para o desenvolvimento da quarta aula, foi disponibilizado um vídeo¹⁹ gravado pela própria pesquisadora, no qual os dois experimentos foram desenvolvidos.

Durante o vídeo, a pesquisadora procurou desenvolver os experimentos utilizando de uma postura investigativa, por meio da elaboração de questionamentos, visando auxiliar os estudantes, na elaboração de raciocínios e levantamento de hipóteses, para que pudessem resolver a Atividade 5 e, também, para que pudessem levar ideias e hipóteses previamente elaboradas para a quarta aula, na qual foi desenvolvida a discussão e sistematização da

¹⁹ O vídeo pode ser consultado no link, <https://www.youtube.com/watch?v=zqS61VO8I3Y>.

abordagem macroscópica do conteúdo de soluções, demonstrado pela pesquisadora nos experimentos.

A disponibilização do vídeo foi feita uma semana antes desta aula, de modo que os estudantes pudessem assisti-lo com antecedência. Juntamente com o vídeo foram disponibilizadas a **Atividade 4: Roteiro Experimental**, para que os estudantes pudessem acompanhar os experimentos pelo roteiro, e a **Atividade 5: Preparo e diluição de soluções**, para que pudessem resolvê-la após assistirem o vídeo.

Entretanto, na turma da manhã, os estudantes participantes não haviam assistido ao vídeo e, também, não haviam desenvolvido a Atividade 5. Portanto, a pesquisadora permitiu que os estudantes assistissem ao vídeo durante a aula, para que então iniciassem a discussão e a sistematização de ideias. Situação que não ocorreu na turma da noite, pois as estudantes participantes da aula haviam assistido ao vídeo e desenvolvido a **Atividade 5**, previamente.

Outra situação que merece destaque no desenvolvimento dessa aula, em ambas as turmas, foi à necessidade da realização, pela pesquisadora, de um resumo das aulas anteriores, para alguns estudantes que não haviam participado de algumas aulas desenvolvidas até o momento.

Após esse momento inicial, a pesquisadora questiona: “Quais as percepções de vocês sobre o vídeo?”.

Após os estudantes apresentarem suas percepções sobre o vídeo e sobre os experimentos, a pesquisadora explorou as questões propostas por ela durante o vídeo, solicitando justificativas aos estudantes para as suas respostas, como por exemplo: “O sistema leite de magnésia e água, vocês classificaram como uma mistura homogênea, heterogênea ou uma solução? Justifiquem.”.

Durante esse momento de discussão, a pesquisadora elaborava questionamentos, os estudantes respondiam e ela solicitava justificativa a essas respostas, fornecendo tempo e espaço para que os estudantes pensassem, formulassem suas explicações e apresentassem suas respostas. A pesquisadora ouvia os estudantes e, em seguida, desenvolvia explicações conceituais sobre o conteúdo de soluções e sobre a abordagem macroscópica demonstrada nos experimentos.

Entretanto, em ambas as turmas não foram possíveis o desenvolvimento completo da aula previamente elaborada, na qual seriam realizadas discussões sobre os experimentos apresentados no vídeo e sobre as questões da **Atividade 5**, sendo então necessária mais uma aula para finalizar a discussão sobre os experimentos.

Portanto, o desenvolvimento da quinta aula foi à finalização da discussão e sistematização da abordagem macroscópica sobre o preparo e diluição de soluções.

4.3.2.5 Sexta Aula.

O planejado para a aula.

A sexta aula foi planejada para discussão sobre conceitos inerentes ao conteúdo de soluções.

Portanto a pesquisadora elaborou uma apresentação em slides, visando discutir com os estudantes os conceitos sobre misturas homogêneas e heterogêneas, homogeneidade, partículas, átomos, moléculas, substâncias, substâncias simples e compostas, soluções, soluções líquidas, sólidas e gasosas, soluto, solvente, solubilidade, interações entre soluto e solvente de compostos moleculares e iônicos.

Como é possível notar, são muitos conceitos para serem discutidos de modo aprofundado com os estudantes em uma única aula, portanto, vale ressaltar que a pesquisadora planejou apresentar brevemente esses conceitos nessa aula, visando retomar a eles em discussões e atividades nas aulas seguintes.

Portanto, a sexta aula tem com o objetivo discutir e apresentar os conceitos químicos supracitados relacionados ao conteúdo de soluções.

O que foi desenvolvido na aula.

Por meio do compartilhamento da tela de seu computador, a pesquisadora iniciou a apresentação de slides, utilizando imagens representativas do ar, leite, água potável, sangue, água do mar, tubos metálicos de bronze, rocha, xarope e uma mistura de água e óleo.

Em seguida, solicitou aos estudantes que classificassem, individualmente, cada uma das imagens como sendo misturas heterogêneas ou soluções, uma vez que, durante as discussões das aulas anteriores, foi estabelecida a compreensão do termo de soluções em detrimento do termo de misturas homogêneas.

Os estudantes apresentaram suas classificações de forma oral e escrita pelo chat. A cada classificação apresentada e discutida entre os estudantes, a pesquisadora solicitava justificativas para as classificações, visando, dessa forma, compreender o raciocínio dos estudantes.

Após esse momento, a pesquisadora iniciou a explicação dos termos químicos supracitados, retomando as imagens inicialmente apresentadas aos estudantes e classificadas por eles, visando à explicação da classificação correta de cada imagem representativa.

Ao finalizar essa aula, a pesquisadora reservou um tempo para apresentar uma imagem sobre o modelo de interações moleculares entre soluto e solvente, visando iniciar discussões sobre esse conceito, que seria mais bem abordado na aula seguinte.

4.3.2.6 Sétima Aula.

O planejado para a aula.

Para a sétima aula, tínhamos como objetivo promover condições para mediar à compreensão dos estudantes sobre os aspectos submicroscópicos relacionados ao conteúdo de soluções, e auxiliá-los na compreensão e interpretação da relação entre concentração das soluções e a quantidade de partículas dos constituintes, assim como, também, auxiliá-los na compreensão do processo de dissolução das substâncias estar relacionado com as interações intermoleculares que ocorrem entre o soluto e o solvente.

Para isso orientamo-nos pelo trabalho de Carmo (2005, p. 69), no qual a autora considera que, “na formação de uma solução, ocorrem interações entre as partículas do soluto e do solvente, nas quais as forças eletrostáticas que mantêm as partículas soluto/soluto, unidas devem dar lugar a novas interações soluto/solvente”.

Nesse sentido procuramos propor nessa aula, atividades e discussões que pudessem contribuir com esse entendimento e ainda, promover condições para que os estudantes pudessem compreender as diferenças entre as interações soluto/solvente que ocorrem quando os solutos são iônicos e quando os são moleculares.

No processo de dissolução de compostos iônicos em água, ocorrem as interações do tipo íon-dipolo, e consideramos importante promover condições para que os estudantes pudessem diferenciar o processo de dissociação iônica que ocorre em compostos iônicos quando em solução, do processo de dissolução dos compostos moleculares, nos quais ocorrem as ligações de hidrogênio em decorrência das interações entre as moléculas do soluto e do solvente.

Nesse sentido, Carmo considera que o processo de dissolução de compostos iônicos é:

Essencialmente um processo de separação de íons preexistentes do soluto. Dessa forma, os íons existentes no cloreto de sódio, por exemplo,

encontram-se fortemente atraídos através de forças eletrostáticas, devido à atração entre as cargas opostas dos íons. Quando este sólido entra em contato com o solvente molecular (H_2O), a ação desse solvente enfraquece as atrações eletrostáticas existentes entre os íons do composto, enquanto que os íons tornam-se solvatados ou hidratados pelas moléculas de água (CARMO, 2005, p. 69 - 70).

Já para as interações soluto/solvente que ocorrem no processo de dissolução de compostos moleculares Carmo considera que:

As moléculas do soluto estão em contato com as moléculas da água; na superfície do sólido, as moléculas do soluto são atraídas para a solução pelas moléculas da água, em consequência das fortes ligações de hidrogênio que podem ser formadas entre ambas. Da mesma forma que as moléculas do soluto são auxiliadas a retornarem ao sólido por outras moléculas do soluto, também através da formação das ligações de hidrogênio. Como as interações de hidrogênio entre a molécula do solvente e do soluto são mais intensas, as moléculas do soluto sólido afastam-se da superfície deste e acabam interagindo com as moléculas do solvente (CARMO, 2005, p. 70 – 71).

Para que pudéssemos alcançar esses objetivos, propomos a manipulação de uma simulação, utilizando o software PhET²⁰, pelos estudantes.

A simulação é uma estratégia considerada relevante para a abordagem submicroscópica do conteúdo de solução, por possibilitar a mediação da construção do conhecimento entre os níveis macroscópico e o submicroscópico, promovendo condições para que os estudantes possam visualizar as interações entre as partículas do soluto e do solvente.

Carmo (2005, p. 185) ressalta a tendência dos estudantes “em fornecerem explicações macroscópicas aos conceitos relacionados à solução, influenciados pelos aspectos observáveis e pelas experiências que vivenciam em seu cotidiano”.

Assim, esperávamos que os estudantes encontrassem algumas dificuldades na compreensão dos aspectos submicroscópicos desses conceitos químicos devido à necessidade de abstração. De acordo com Silva, Ferreira e Silveira (2014, p. 142) “a simulação ganha um caráter de experimento, preenchendo o vértice fenomenológico do triângulo de Johnstone (1991) que articula os três aspectos mais importantes da química do Ensino Médio”.

Portanto, a proposição da simulação, manipulada pelos estudantes, pode se mostrar promissora no sentido de auxiliá-los na superação dessa tendência, para construírem explicações mais científicas, tendo a possibilidade de relacionar os aspectos observáveis no nível macroscópico com as interações entre as partículas do soluto e do solvente que ocorrem no nível submicroscópico.

²⁰ Simulação Soluções Açúcar e Sal. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sugar-and-salt-solutions. Acesso em 13 de abril de 2020.

Sendo assim, propomos a **Atividade 6: Questões e orientações para a simulação “Soluções de Açúcar e Sal”** (APÊNDICE F), apresentada no Quadro 14, como atividade para auxiliar os estudantes na manipulação da simulação.

A Atividade 6: Questões e orientações para a simulação “Soluções de Açúcar e Sal” utilizando o software PhET.

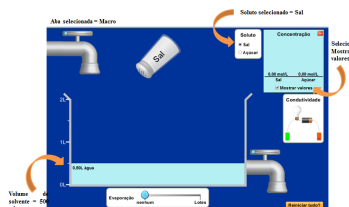
Procuramos tomar o cuidado de elaborar essa atividade com a utilização de termos relacionados ao conteúdo de soluções considerando, tanto o senso comum nas questões iniciais dessa atividade, como, por exemplo, água, sal, açúcar, quanto considerando, também, os termos científicos e específicos do ensino de Química, como por exemplo, cloreto de sódio, sacarose, como representado no Quadro 14, pelas questões 1, 2 e 3 propostas nessa atividade.

Quadro 14 - Questões 1, 2 e 3 propostas na Atividade 6 (Continua).

Atividade 6: Questões e orientações para a simulação utilizando o software PhET: Soluções de Açúcar e Sal.

Questões

1) Para cada ação desenvolvida na simulação do software *PhET: Soluções de Açúcar e Sal*, complete o Quadro 3 de acordo com as observações sobre os efeitos dessas ações na concentração das soluções.



Quadro 3. Efeitos na concentração de soluções.

Ações	Efeitos na Concentração
Adicionar mais soluto	
Adicionar mais água	
Evaporar água	
Retirar uma amostra da solução	

2) Considerando as ações abaixo, separe-as em dois grupos. Um grupo deve apresentar as ações que aumentam a concentração das soluções (sal e açúcar), e o outro grupo deve conter as ações que diminuem a concentração das soluções (sal e açúcar). Justifique sua resposta

- i) Adicionar mais soluto (sal ou açúcar).
- ii) Adicionar mais água.
- iii) Evaporar água.
- iv) Retirar uma amostra da solução.

Quadro 14 - Questões 1, 2 e 3 propostas na Atividade 6 (Conclusão).

3) Considerando as interações que ocorrem entre as partículas dos solutos e as partículas do solvente, descreva as suas observações sobre o comportamento das partículas em solução, de acordo com as situações propostas a seguir:

a)



- i. Descreva suas observações sobre o comportamento das partículas do soluto em solução:

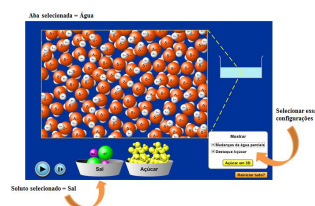
Descreva suas observações sobre o efeito na concentração após a adição de partículas do soluto:

b)



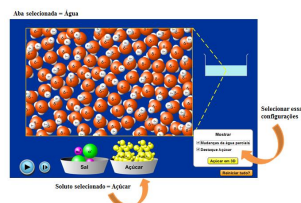
- i. Descreva suas observações sobre o comportamento das partículas do soluto em solução:
- ii. Descreva suas observações sobre o efeito na concentração após a adição de partículas do soluto:

c)



- i. Descreva suas observações sobre o comportamento das partículas do soluto em solução:

d)



Descreva suas observações sobre o comportamento das partículas do soluto em solução:

Fonte: Da autora (2022).

As respostas dos estudantes para as questões 1, 2 e 3 podem manifestar habilidades de baixo nível cognitivo (SUART, 2008), uma vez que são questões que requerem que os estudantes comparem, contrastem e apliquem os conceitos sobre soluções, enquanto desenvolvem as ações manipulativas de adicionar e/ou retirar soluto e solvente da solução.

Ao elaborar essas questões, esperávamos que a elaboração de relações entre os efeitos na concentração de soluções e as interações entre as partículas de soluto e solvente mediante adição e/ou retirada de soluto e solvente fosse favorecida.

Já a questão 4, apresentada no Quadro 15 contempla os objetivos gerais das demais questões, porém, requer que os estudantes retomem seus conhecimentos sobre argumentação científica, uma vez que é proposto a eles, a construção de explicações científicas que relacionem as ações manipulativas desenvolvidas durante a simulação, com as informações e dados obtidos durante a atividade experimental demonstrativa, desenvolvida na aula anterior.

Quadro 15 - Questão 4, proposta na Atividade 6.

4) Considerando as questões anteriores, construa uma explicação científica que relacione as interações que ocorrem entre soluto e solvente em uma solução, com as soluções de Sulfato de Cobre (II) e de Glifosato, preparadas na aula de atividades experimentais.

Fonte: Da autora (2022).

Já para a proposição dessa questão, esperávamos que as respostas dos estudantes manifestassem habilidades dos níveis cognitivos superiores (SUART; MARCONDES, 2008), uma vez que, essa questão requer dos estudantes a proposição de hipóteses, construção de inferências e explicações, ao construírem as explicações científicas, que relacionassem os conhecimentos construídos durante a atividade experimental e os conhecimentos construídos durante o desenvolvimento da atividade de simulação.

Esperávamos ainda que as respostas dos estudantes a essas questões pudessem manifestar habilidades de AC, AQ e habilidades argumentativas.

Com a proposição da questão 5 dessa atividade, representada no Quadro 16, temos como objetivos retomar uma questão que foi proposta na **Atividade 1: Questionário Prévio**, de modo a oportunizar a avaliação da construção do conhecimento dos estudantes.

Nesse sentido, esperávamos com a retomada dessa questão na **Atividade 6**, que os estudantes manifestassem uma evolução conceitual, no sentido de expressarem corretamente termos científicos como soluto, solvente, partículas, homogeneidade, concentração.

Esperávamos também, que os desenhos expressassem a compreensão dos estudantes sobre a homogeneidade das soluções e sobre a relação entre a quantidade de partículas e a concentração.

Quadro 16 - Questão 5, proposta na Atividade 6.

5) É muito comum, em nosso cotidiano, o consumo de sucos em pó. Desenhe com detalhes, a preparação de um suco em pó.

Caro aluno é importante evidenciar no seu desenho:

- A quantidade de água utilizada, a quantidade do suco em pó e a adição de algum outro composto.
- A classificação da mistura como homogênea ou heterogênea. Justificando a sua escolha.
- Identificar o composto que é o soluto e o composto que é o solvente.

a) Considerando as quantidades dos compostos que você utilizou para preparar o seu suco, este está mais ou menos concentrado? Justifique sua resposta.

b) O que acontece com a concentração do suco preparado, se você aumentar a quantidade de água adicionada?

Fonte: Da autora (2022).

O que foi desenvolvida na aula.

Ao iniciar a sétima aula, a pesquisadora apresentou o software PhET aos estudantes, explicando brevemente como desenvolver as manipulações na simulação.

Para desenvolver essas explicações, a pesquisadora utilizou a ferramenta “Apresentar agora”, disponível no Google Meet, compartilhando a tela de seu computador para que os estudantes pudessem acompanhar as explicações sobre o software.

As manipulações na simulação foram feitas pelos próprios estudantes que, por sua vez, compartilharam as telas de seus computadores com a pesquisadora, que pode acompanhar e mediar às ações.

A mediação e orientação sobre as manipulações dos estudantes na simulação foram feitas pela pesquisadora tendo como material orientador a **Atividade 6**, apresentada anteriormente.

A pesquisadora buscou mediar essa aula de forma dialogada com os estudantes, oferecendo tempo e espaço para que eles pudessem falar sobre suas percepções, interpretações e raciocínios perante cada manipulação desenvolvida.

Ao finalizar essa aula, a pesquisadora retoma a apresentação e compartilhamento da tela de seu computador e desenvolve uma sistematização da simulação desenvolvida, visando destacar os pontos principais de cada aba da simulação (macro, micro e água), ressaltando as evidências visuais das manipulações desenvolvidas pelos estudantes, o indicativo de variação de concentração na aba macro, a nomenclatura química dos compostos na aba micro e, na aba água, a pesquisadora procura aprofundar a explicação sobre as interações químicas entre

soluto e solvente, retomando os slides sobre o mesmo conteúdo apresentado na aula anterior, desenvolvendo explicações sobre a representação dos átomos das moléculas de água, cloreto de sódio e sacarose, sobre as cargas parciais e, também, desenvolve explicações sobre as diferentes interações com a água quando um composto é molecular, ou seja, formado por ligações covalentes e quando o composto é iônico, ou seja, formado por ligações iônicas.

A pesquisadora visou enfatizar na discussão com os estudantes algumas diferenças no que estava sendo discutido em relação às interações químicas que ocorrem entre as moléculas da substância água e da substância cloreto de sódio que são diferentes das interações químicas que ocorrem entre a substância água e substância sacarose. Ainda, procurou ressaltar que naquele momento estavam sendo discutidos conceitos sobre as interações químicas e que para a discussão sobre ligações química seria importante a discussão sobre outros conceitos, como por exemplo, elétrons de valência, orbitais moleculares, energia de dissociação, quebra e formação de ligações entre os átomos, força e comprimento de ligação, entre outros.

Ao citar como exemplos esses conceitos a pesquisadora destacou que não era esse o foco da discussão e nem das aulas da SEI, e que o objetivo no momento, era que os estudantes compreendessem que o que estavam visualizando na aba água da simulação eram as interações químicas que ocorrem entre o soluto e o solvente quando em uma solução, e que as interações que ocorrem entre o solvente água e o soluto iônico cloreto de sódio é do tipo íon-dipolo e as interações que ocorrem entre o solvente água e o soluto sacarose é do tipo ligações de hidrogênio.

Nesse momento a pesquisadora procurou chamar a atenção dos estudantes para as diferenças visuais apresentadas na simulação sobre o tipo de interações que ocorrem entre a água e os compostos, cloreto de sódio e sacarose.

Ressaltamos que durante a aula, foram desenvolvidas apenas as questões 1, 2 e 3 da **Atividade 6** com os estudantes, de modo que as questões 4 e 5 foram agrupadas em outra atividade para que os estudantes respondessem de forma individual em suas casas.

4.3.2.7 Oitava Aula

O planejado para a aula.

Tínhamos como proposta para a oitava aula, a abordagem simbólica do conteúdo de soluções, de modo que fossem promovidas condições para que os estudantes pudessem elaborar relações entre o conteúdo químico de soluções e aplicação destas no cotidiano.

Ainda objetivávamos discutir e desenvolver cálculos para a determinação da concentração molar de soluções.

Portanto, propomos o desenvolvimento da **Atividade 7** (APÊNDICE G), apresentada a seguir.

A Atividade 7: Cálculo de concentração e diluição.

A proposta dessa atividade teve como objetivo promover condições para a construção do conhecimento dos estudantes sobre o conteúdo de soluções em nível simbólico.

Tínhamos como objetivo, também, promover condições para o desenvolvimento de habilidades de interpretação de textos contendo informações científicas, assim como, incentivar o desenvolvimento de ações para a identificação de evidências, auxiliando os estudantes a reelaborarem seus argumentos.

As questões 1 e 2, representadas no Quadro 17, são propostas para serem desenvolvidas de forma dialogada com os estudantes, de modo a incentivá-los a identificarem as informações relevantes apresentadas em um rótulo e em uma bula do Roundup®.

Quadro 17 - Questões 1 e 2 da Atividade 7 (Continua).

Atividade 7: Cálculo de concentração e diluição.

O comércio mundial de pesticidas cresce a cada ano. Embora muitas mudanças e inovações surjam conforme as necessidades do mercado; entre elas o advento das culturas transgênicas, resistentes a algumas pragas, o uso de herbicidas é destacado, visto que a maioria destas inovações não impede o florescimento de ervas daninhas no campo. Atualmente, o herbicida glifosato (N-(fosfometil) glicina), não seletivo, sistêmico, pós-emergente, representa 60% do mercado mundial de herbicidas não seletivos.

Características físico-químicas favoráveis, baixo custo, alta adsorção no solo, flexibilidade de aplicação e baixa toxicidade tem ajudado a fazer do glifosato o herbicida mais usado.

Apesar de o glifosato ser citado como pouco tóxico, há evidências de efeitos deletérios (efeitos prejudiciais) no ambiente, principalmente devido à resistência adquirida por algumas espécies de ervas, após o seu uso prolongado. Em diversos tipos de cultivo, o glifosato costuma ser pulverizado, sendo, em geral, absorvido na planta através de suas folhas e dos caulículos novos. O herbicida é, então, transportado por toda a planta, agindo nos vários sistemas enzimáticos, inibindo o metabolismo de aminoácidos. As plantas tratadas com glifosato morrem lentamente, em poucos dias ou semanas e, devido ao transporte por todo o sistema, nenhuma parte da planta sobrevive.

De acordo com a bula do Roundup Original®, este agrotóxico é muito utilizado em culturas de algodão, arroz irrigado, café, cana-de-açúcar, citros, milho, soja, e soja geneticamente modificada, com o objetivo de matar plantas invasoras, que competem por nutrientes do solo com a cultura de interesse.

Para cada tipo de cultura e cada tipo de planta invasora, o fabricante recomenda uma concentração específica para a solução a ser aplicada, como pode ser observado, nos recortes da bula do Roundup Original®:

Sobre a questão 2, objetivávamos apresentar aos estudantes a equação química para o cálculo de molaridade de soluções, relacionando o aspecto simbólico desse conceito, com o tema da SEI.

A questão 3, representada no Quadro 18, foi proposta visando oferecer um momento para que os estudantes aplicassem de forma individual, a equação para a determinação da concentração molar da solução de glifosato utilizada no experimento desenvolvido na quarta aula da SEI.

Quadro 18 - Questão 3 da Atividade 7.

- | | |
|----|--|
| 3) | Sabendo que 0,875 L (875 ml) é o volume mínimo necessário de Roundup Original®, para provocar a morte de plantas invasoras do tipo apaga-fogo, comuns em culturas de soja transgênicas, e que será preparado 100 L de solução para a aplicação, determine: |
| a) | A concentração da solução final. |
| b) | A quantidade de mol de glifosato na solução final. |

Fonte: Da autora (2022).

Esperávamos com a proposição dessa questão, oferecer também um momento de construção de relações com as aulas anteriormente desenvolvidas.

Já para a proposição da questão 4, representada no Quadro 19, tínhamos como objetivos relacionar os conceitos químicos sobre soluções com os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, visando, dessa forma, retomar o elemento uso de evidências, de modo a oferecer aos estudantes a oportunidade de identificarem no texto dessa atividade, evidências que pudessem auxiliá-los na reconstrução de seus argumentos.

Quadro 19 - Questão 4 da Atividade 7.

- | | |
|----|---|
| 4) | Identifique evidências no texto, que possam ser utilizadas para enriquecer os argumentos científicos sobre o uso do Glifosato para a participação no debate de televisão. |
|----|---|

Fonte: Da autora (2022).

As questões 5 e 6, representadas no Quadro 20, objetivam incentivar os estudantes a elaborarem relações entre o conceito científico de soluções e seus cotidianos, de modo que pudessem identificar e reconhecer a relevância desse conceito em contextos que transpassam o contexto escolar, podendo assim, refletir sobre como o conhecimento científico de soluções pode contribuir com a tomada de decisões e posicionamento crítico.

Quadro 20 - Questões 5 e 6 da Atividade 7.

- 5) Marque V para as alternativas que considerar verdadeiras e F para as alternativas que considerar falsas, justificando cada uma de suas escolhas.
- () Ao preparar uma solução de soro caseiro, na qual é adicionado sal e açúcar em água, não é necessário saber exatamente a proporção dos solutos adicionados.
 - () O café coado, é uma solução comum na vida de muitas pessoas.
 - () As soluções de agrotóxicos não são prejudiciais à saúde e nem ao meio ambiente, por serem soluções muito diluídas, contendo pouca quantidade do princípio ativo do agrotóxico.
 - () O vinagre é uma solução, comumente utilizada para eliminar maus odores.
 - () Temos em nosso estômago, a solução de suco gástrico, rica em ácido clorídrico e enzimas.
- 6) Julgue verdadeira ou falsa a seguinte afirmação: *Aprender sobre o conceito de soluções é importante*. Justifique sua escolha.

Fonte: Da autora (2022).

Esperávamos que essas questões oferecessem aos estudantes a oportunidade de manifestarem habilidades cognitivas em suas respostas, como por exemplo, proporem, testarem e discutirem hipóteses, aplicarem conceitos discutidos anteriormente, avaliarem condições e justificarem seus posicionamentos (SUART; MARCONDES, 2008). E, assim, auxiliando-os na reconstrução de seus argumentos, de modo que apresentassem conceitos e/ou termos discutidos durante as aulas, fornecendo dados que permitissem a inferência sobre a compreensão dos estudantes sobre o conteúdo de soluções e, também, sobre a compreensão da relação entre o conteúdo de soluções, o agrotóxico glifosato e sobre a construção de argumentos científicos.

Esperávamos ainda que as respostas para as questões 1, 2, 3, 5 e 6 pudessem fornecer dados sobre a promoção de AC e de AQ uma vez que, as respostas para as questões 1, 2, e 3 podem possibilitar a manifestação de habilidades dos níveis de ACN, ACF (BYBEE, 1997) e habilidades da dimensão Conhecimento do Conteúdo Científico e Químico (SHWARTZ; BEN-ZVI; HOFSTEIN, 2006).

Para as respostas dos estudantes à questão 4, não esperávamos a manifestação de habilidades de AC, uma vez que a proposição dessa questão tem como objetivo retomar um dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos, o uso de evidências, requerendo dos estudantes, apenas a identificação de evidências.

O que foi desenvolvido na aula.

A pesquisadora iniciou o desenvolvimento da oitava aula apresentando a **Atividade 7: Cálculo de concentração e diluição** para os estudantes, por meio do compartilhamento da tela de seu computador.

Em seguida, foi disponibilizado um tempo necessário para que os estudantes lessem o texto inicial proposto. A pesquisadora então discutiu o desenvolvimento de cada questão proposta na atividade, buscando relacionar o agrotóxico Roundup® com os conceitos sobre soluções, discutidos nas aulas anteriores.

Os estudantes participaram respondendo às questões de forma escrita no chat da reunião.

A discussão com os estudantes sobre as questões 1 e 2 da **Atividade 7**, foram extensas, e as demais questões dessa atividade não foram resolvidas durante essa aula.

Nesse sentido consideramos importante destacar que a pesquisadora agrupou em outra atividade denominada 6.1, 7.1 as questões da Atividade 7 e da Atividade 6 que não foram resolvida durante as sétima e oitava aulas respectivamente. A Atividade 6.1, 7.1 foi disponibilizada aos estudantes no Classroom, para que os estudantes pudessem resolvê-la em suas casas.

4.3.2.8 Nona Aula.

O planejado para a aula.

A proposta da nona aula têm como tema, conceitos químicos e bioquímicos relacionados ao glifosato.

Desse modo, propomos o desenvolvimento de uma aula expositiva dialogada, utilizando como estratégia uma apresentação em slides, visando apresentar e discutir, com os estudantes, a atuação do glifosato na ação de inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato; a relação da fórmula estrutural desse agrotóxico com a ação de inibição enzimática, bem como, explicações sobre termos específicos que caracterizam o glifosato, como exemplo, o significado dos termos, sistêmico, não seletivo, herbicida entre outros.

Tínhamos como objetivos, ao propor essa aula, promover condições para que os estudantes compreendessem a ação de inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato ($C_9 H_{13} O_9 P$), provocada pelo glifosato, a qual acarreta a morte da vegetação. Ainda, que compreendessem os significados de termos específicos referentes ao glifosato, de modo a construir uma relação entre a ação de inibição enzimática provocada por esse agrotóxico e o seu alto consumo no Brasil.

Esperávamos, também, que os estudantes compreendessem a importância da fórmula estrutural do glifosato na ação de inibição enzimática e que pudessem manifestar esses entendimentos na reconstrução de seus argumentos.

Conteúdo da apresentação expositiva.

A pesquisadora elaborou a apresentação expositiva de modo a demonstrar, inicialmente, a fórmula estrutural do glifosato, visando, promover condições para que os estudantes pudessem elaborar relações entre os conteúdos químicos e o glifosato.

Presumíamos que os estudantes poderiam ainda não ter o conhecimento científico para a compreensão da estrutura molecular do glifosato, no sentido de identificarem tipos de ligações e os grupos funcionais e, também, não tínhamos a pretensão de discutir esses conceitos.

Ao apresentar a fórmula estrutural do glifosato aos estudantes, tínhamos como objetivos demonstrar as semelhanças estruturais entre o glifosato e o substrato Fosfoenolpiruvato.

Em seguida, tínhamos como proposta apresentar explicações conceituais sobre os termos herbicidas, não seletivos, sistêmicos e pós-emergente, visando promover condições para que os estudantes pudessem compreender o significado desses termos relacionados à aplicação e ao comportamento do glifosato após aplicação na vegetação.

Ainda sobre a apresentação expositiva, propusemos a visualização de um vídeo²¹ que apresenta a forma de aplicação do glifosato sobre a vegetação e a vegetação após a aplicação do glifosato. Nesse vídeo ainda é abordada a resistência ao glifosato desenvolvida por algumas vegetações. Conceito não discutido na proposta da SEI.

Após a visualização do vídeo, consideramos importante a explicação de como ocorre a condução do glifosato no interior das plantas, buscando relacionar essa explicação com as imagens apresentadas no vídeo.

Ainda é proposta a discussão sobre os motivos químicos e bioquímicos para a eficiente ação herbicida do glifosato.

Para finalizar essa apresentação expositiva, é proposta a explicação sobre a inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato, visando, dessa forma, apresentar aos estudantes as imagens representativas dessa enzima e do substrato Fosfoenolpiruvato, o sítio ativo das

²¹ Interessados podem acessar o link: <https://www.youtube.com/watch?v=kBBHQg5NdsK>

enzimas, a ligação enzima-substrato e, também, as semelhanças estruturais entre o substrato e o glifosato. Semelhanças que possibilitam que o glifosato se ligue à enzima no lugar do substrato, provocando, assim, a morte da vegetação ao qual foi aplicado.

O que foi desenvolvido na aula.

A pesquisadora iniciou essa aula com a apresentação dos slides sobre os conceitos químicos e bioquímicos do glifosato, compartilhando a tela de seu computador para que os estudantes pudessem acompanhar a apresentação.

Nessa aula, foi apresentada e discutida com os estudantes a fórmula estrutural do glifosato, alguns termos comuns sobre os agrotóxicos como, por exemplo, herbicida, não seletivo, sistêmico, pós-emergente, que são termos que caracterizam o glifosato enquanto agrotóxico.

Ainda nessa aula, a pesquisadora explicou sobre a forma de aplicação e ação do glifosato na vegetação, e disponibilizou o link descrito anteriormente, para que os estudantes pudessem assistir ao vídeo.

Nesse vídeo, os estudantes puderam assistir a forma de aplicação do glifosato e os efeitos desse agrotóxico sobre a vegetação após sete dias da aplicação dessa substância. Tiveram ainda acesso a outras informações relevantes sobre o glifosato, como por exemplo, a necessidade de o agricultor realizar misturas do glifosato com outras substâncias, devido à resistência adquirida à ação do glifosato, por determinadas plantas.

Após os estudantes terem assistido ao vídeo, a pesquisadora continuou com a apresentação em slides, explicando e discutindo sobre a condução do glifosato no interior das plantas, sobre a inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato e as consequências dessa inibição enzimática.

A abordagem sobre a inibição enzimática provocada pelo glifosato foi desenvolvida pela pesquisadora de forma detalhada, porém não aprofundada, uma vez que, esse conceito ainda não era de conhecimento dos estudantes.

Desse modo, a pesquisadora elaborou explicações sobre o que são enzimas, o que são substratos, o que são os sítios ativos das enzimas para, então, seguir para a explicação sobre como o glifosato provoca a inibição enzimática nas plantas e a relação entre a inibição enzimática provocada pelo glifosato e o fato de ele ser o herbicida comercial mais consumido no mundo.

Durante o desenvolvimento dessa aula, ocorreram poucas participações orais e escritas dos estudantes, uma vez que foi uma aula de caráter mais expositivo, na qual a pesquisadora teve o maior domínio sobre as explicações e falas.

Ao final dessa aula, a pesquisadora disponibilizou os slides da apresentação e alguns materiais para consulta pelos estudantes na sala de aula Google.

A pesquisadora disponibilizou, também, o link²² para acesso ao vídeo e a **Atividade 8** (APÊNDICE H), que seriam discutidos na aula seguinte.

4.3.2.9 Décima Aula.

O planejado para a aula.

Tínhamos como proposta para essa aula, a abordagem de aspectos históricos, políticos, econômico, sociais e ambientais sobre a utilização do glifosato.

Ainda, visávamos promover condições para que os estudantes se envolvessem nas ações de interpretação, identificação e classificação de evidências para a reconstrução de seus argumentos.

Nosso principal objetivo para essa aula foi apresentar e discutir com os estudantes aspectos mais amplos do tema da SEI, visando promover condições para que os estudantes compreendessem o amplo contexto da discussão crítica sobre a utilização do glifosato.

Portanto, elaboramos um vídeo com essa abordagem e propusemos, também, a **Atividade 8**, descrita a seguir.

Atividade 8: Identificação e classificação de evidências e construção de relações causais.

Um dos objetivos da elaboração do vídeo²³ e da **Atividade 8**, foi promover condições para o desenvolvimento de habilidades de leitura e interpretação de textos, contendo informações científicas, uma vez que, durante o vídeo, são apresentados textos com informações científicas sobre a utilização do glifosato.

Para a elaboração e desenvolvimento do vídeo e da **Atividade 8**, orientamo-nos pelo trabalho de Sedano, no qual a autora considera:

²² Interessados acessar: https://www.youtube.com/watch?v=3p_8dfo7rKc_

²³ Para a elaboração do vídeo, consideramos o texto disponibilizado no Apêndice J.

A leitura contextualizada, com objetivos bem definidos e função social, é viabilizada a partir de cursos e respectivas propostas pedagógicas apoiados no protagonismo do aluno como construtor de seu conhecimento. Assim, em aulas de Ciências que têm por objetivo a problematização e o ensino por investigação, o texto exerce a função de aproximar o aluno dos conceitos científicos (SEDANO, 2018, p. 78).

Desse modo, consideramos que ao inserir textos contendo conceitos científicos no vídeo, poderíamos favorecer a aproximação entre os estudantes e os conceitos científicos sobre o agrotóxico glifosato. Consideramos também, que essa aproximação pode contribuir para o desenvolvimento das habilidades argumentativas. Assim, esperávamos que o desenvolvimento dessas atividades pudesse contribuir para a promoção de habilidades, pelos estudantes, de reinterpretarem os argumentos anteriormente construídos por eles, de modo que pudessem identificar mais evidências e construir relações causais coerentes entre essas evidências. A **Atividade 8** segue apresentada no Quadro 21.

Quadro 21 - Atividade 8.

Atividade 8: Identificação e classificação de evidências e construção de relações causais.

Questões.

- 1) Escreva qual/quais as ideias centrais do vídeo.
- 2) Escreva as evidências identificadas no vídeo, que podem enriquecer a construção dos argumentos científicos para a participação no debate do programa de televisão, sobre a utilização de um agrotóxico similar ao Roundup®.
- 3) Complete o Quadro 6, de acordo com a classificação das evidências identificadas.

Quadro 6: Classificação das evidências.

Classificação	Evidências
Históricas	
Políticas	
Econômicas	
Ambientais	
Tecnológicas	
Químicas	
Bioquímicas	
Toxicidade para a saúde	
Termos específicos do Glifosato	

- 4) Construam relações causais entre as evidências identificadas e o uso do glifosato de acordo com o seu posicionamento evidenciado no argumento científico individual.

Fonte: Da autora (2022).

Ao propormos à questão 1, esperávamos que as respostas dos estudantes pudessem manifestar habilidades de interpretação de texto, assim como, também, favorecer a elaboração de relação entre a habilidade de interpretação de textos e a construção de argumentos científicos, uma vez que, se os estudantes apresentarem dificuldades de leitura e interpretação

de textos, essa dificuldade poderá influenciar a identificação e classificação de evidências e a construção de relações causais.

Apesar de a identificação de evidências proposta na questão 2 ter sido proposta em atividades anteriores, os textos apresentados no vídeo são mais extensos e de conteúdo mais científico, quando comparado com as atividades anteriormente propostas, requerendo dos estudantes a habilidade de interpretação da leitura realizada para a identificação das evidências contidas nos textos do vídeo.

Já para a proposição da questão 3, tínhamos como objetivos promover condições para que os estudantes pudessem identificar o amplo contexto de evidências que poderiam ser utilizadas por eles na reconstrução de seus argumentos científicos.

Na questão 4 é proposta aos estudantes a construção de relações causais, limitadas às evidências identificadas nos excertos lidos, visando, dessa forma, possibilitar a construção de relações causais, uma vez que esse elemento é muito importante na construção de argumentos científicos informados.

O que foi desenvolvido na aula.

A pesquisadora iniciou a décima aula questionando os estudantes sobre o vídeo e sobre a **Atividade 8** disponibilizados. Porém, nem todos os estudantes haviam assistido ao vídeo e desenvolvido a atividade, ambos disponibilizados na aula anterior. Então, a pesquisadora permitiu que os estudantes assistissem ao vídeo, antes de iniciar a discussão.

Nesse momento, a pesquisadora aproveitou para desenvolver uma revisão com a estudante Y, sobre a simulação desenvolvida por meio do software PhET na sétima aula, na qual a estudante não pôde participar

Após esse momento, a pesquisadora solicitou aos estudantes que apresentassem suas percepções, interpretações e compreensões sobre o vídeo assistido, buscando estimulá-los a justificarem suas falas.

Para orientar a discussão sobre o vídeo, a pesquisadora desenvolveu as questões da **Atividade 8** de forma oral, discutindo, inicialmente, com os estudantes, as questões um e dois, que visavam a identificação e classificação de evidências.

Os estudantes participaram de forma oral e escrita no chat da reunião.

Nessa aula não foi possível desenvolver a questão 4 dessa atividade, devido ao tempo estendido da discussão para a resolução das questões 1, 2 e 3. Porém a pesquisadora

apresentou um exemplo elaborado a partir das contribuições dos estudantes para sistematizar a questão 4.

4.3.2.10 Décima Primeira Aula.

O planejado para a aula.

Para a proposta desta aula, tínhamos como objetivos promover condições para que os estudantes reconstruíssem seus argumentos individuais para a resolução da situação problema, proposta no início da SEI, de modo que pudessem avaliar, interpretar e considerar o conhecimento elaborado e construído durante as aulas anteriores.

Esperávamos que ao avaliarem e reescreverem seus argumentos individuais, os estudantes pudessem manifestar, em sua escrita, os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, manifestando, ainda, habilidades de AC, AQ e HC, construindo, assim, um argumento melhor estruturado em detrimento do primeiro argumento.

Portanto, elaboramos a **Atividade 9**, descrita a seguir.

A Atividade 9: Avaliação e reconstrução do argumento individual.

A proposta para o desenvolvimento da **Atividade 9**, objetivava promover condições para que os estudantes pudessem identificar e interpretar evidências relevantes para a construção de seus argumentos científicos, considerando os dados e informações apresentadas nas atividades desenvolvidas nas aulas anteriores.

Tínhamos também como objetivo, promover condições para que os estudantes analisassem e reconstruíssem seus argumentos considerando as evidências identificadas e os elementos epistêmicos para validação dos argumentos científicos informados (SANDOVAL; REISER, 2004).

De acordo com Sandoval e Reiser (2004), os estudantes apresentam dificuldades em identificar dados relevantes. Compreendemos que a identificação, a avaliação e interpretação dos dados e/ou evidências para a construção de argumentos científicos informados, requer dos estudantes habilidades de ordem superior (SUART; MARCONDES, 2008).

Nesse sentido e visando promover condições para auxiliar os estudantes a superarem a dificuldade na identificação e identificação de evidências, propomos a questão 1 dessa atividade, representada no Quadro 22.

Quadro 22 - Questão 1 da Atividade 9.

1) Escreva todas as evidências identificadas nas atividades analisadas, que possam contribuir com a construção do seu argumento científico para a participação no debate do programa de televisão.
--

Fonte: Da autora (2022).

Em relação às habilidades cognitivas, esperávamos que as respostas dos estudantes para essa questão pudessem manifestar habilidades categorizadas em nível N2, de modo que os estudantes aplicassem o conhecimento construído até o momento, de forma a analisar, comparar e contrastar os dados e as informações fornecidas nos materiais disponibilizados a eles.

A questão 2, representada no Quadro 23, tem como objetivo oferecer aos estudantes um momento de retomada dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, visando direcionar a sua atenção para a análise dos próprios argumentos construídos anteriormente, na **Atividade 1: Questionário Prévio**, proposta na primeira aula.

A proposição dessa questão também foi motivada pela possibilidade de promover condições para discussões e sistematização de possíveis incompreensões sobre esses elementos epistêmicos, o que poderia contribuir para dificuldades e limitações para os estudantes ao reconstruírem seus argumentos científicos.

Consideramos também ao propor essa questão, que promover condições para a avaliação dos argumentos construídos e para a reflexão sobre os processos da argumentação, pode estimular as reflexões dos estudantes, de modo que eles possam desenvolver os processos intelectuais envolvidos na construção de argumentos científicos, bem como, promover condições de avaliarem suas próprias opiniões e possíveis mudanças sobre elas e sobre o tema desenvolvido na SEI. Assim, podem perceber que, ao construir seu conhecimento sobre um determinado tema, naturalmente podem ocorrer mudanças em suas opiniões, e/ou, também, ocorrer à consolidação das mesmas.

Quadro 23 - Questão 1 da Atividade 9.

2) Analisando a fotocópia do seu argumento construído na primeira aula, e considerando o Quadro 1 sobre os elementos para a construção de argumentos científicos informados, preencha o Quadro 7 abaixo, justificando cada análise realizada. Na justificativa, você deve escrever se o argumento analisado contempla ou não os elementos para validar um argumento científico, justificando suas respostas.

Quadro 7: Elementos para a construção de argumentos científicos contemplados e não contemplados.

Elementos contemplados	
Quais elementos	Justificativas
Elementos não contemplados	
Quais elementos	Justificativas

Fonte: Da autora (2022).

A proposição da questão 3, representada no Quadro 24 objetiva promover condições para que os estudantes analisem os argumentos anteriormente construídos por eles, assim como, possam reelaborá-los.

Quadro 24 - Questão 3 da Atividade 9.

3) Reescreva o argumento anteriormente construído (fotocópia), considerando os elementos para a construção de argumentos científicos informados, bem como as evidências identificadas no material de consulta.

Fonte: Da autora (2022).

Esperávamos que ao propor a questão 3, poderíamos oportunizar a manifestação de habilidades cognitivas de ordem superior, habilidades de AC e de AQ, possibilitando que os estudantes reescrevessem seus argumentos considerando uma estrutura científica a partir da manifestação dos elementos epistêmicos.

O que foi desenvolvido na aula.

Para a descrição do desenvolvimento da décima primeira aula, consideramos relevante apresentá-la de acordo com o distinto desenvolvimento em cada uma das turmas, manhã e noite, por consideramos que, apesar de a proposta da aula ser a mesma para ambas as turmas, o fato de ter sido necessário desenvolver essa proposta de forma distinta, parece ter influenciado na construção dos argumentos individuais finais.

Décima Primeira Aula na turma da manhã.

Na turma da manhã, apenas o estudante D permaneceu até o final do desenvolvimento da SEI, sendo, assim, o único participante dessa aula.

Então, ao iniciar essa aula, a pesquisadora enviou para o estudante D, por meio do aplicativo Whatsapp, a **Atividade 9: Avaliação e reconstrução do argumento individual**.

Em seguida, a pesquisadora discutiu com o estudante sobre o resumo de todas as aulas desenvolvidas até o momento, visando auxiliar o estudante a relembrar o que já havia sido discutido e estudado durante o desenvolvimento da SEI, como destacado pelo excerto da fala da pesquisadora representado no Quadro 25.

Quadro 25 - Excerto da fala da pesquisadora, na décima primeira aula da turma da manhã.

Pesquisadora: “- Vamos recapitular aqui oh! É... o que a gente já fez até o momento tá... É... Na primeira aula né, no primeiro encontro, vocês tiveram o questionário prévio para fazer e aí, você construiu esse primeiro argumento, que foi o que eu enviei para você, Na segunda aula, nós discutimos essa situação problema né, que é construir um argumento científico, só que a gente discutiu ela de forma coletiva e construímos um argumento coletivo. Na terceira aula, nós discutimos um pouco sobre a argumentação científica e eu apresentei para vocês os critérios né, para a construção de argumentos científicos. É... Depois teve a... Não teve encontro, mas teve o vídeo dos experimentos, né, que aí a gente, é [...] eu apresentei para vocês algumas soluções, a gente discutiu a questão de misturas, soluções, identificamos o glifosato como uma solução, é [...], depois teve aqueles encontros que a gente ficou discutindo sobre os conceitos químicos relacionados à solução, é [...], ao conteúdo de soluções, é [...], depois a gente teve aquela aula para, compreender né, sobre a, como determinar a concentração de uma solução. É [...], teve a aula do PhET, que foi a simulação, pra gente compreender o comportamento e as interações entre soluto e solvente em uma solução. É [...], depois a gente teve aquela aula dos conceitos químicos e bioquímicos do glifosato. É [...], depois veio o vídeo com algumas outras informações, é [...], informações históricas, políticas, econômicas, ambientais, sobre o glifosato. E aí hoje, eu quero é, trabalhar com você um pouco, identificar as evidências em todos esses encontros, em todos esses materiais, e retomar aqueles critérios para a construção dos argumentos tá!? Que vai orientar, é [...], essa análise do seu argumento, para que é [...], a partir de tudo o que a gente foi construindo até o momento, para que você possa utilizar num segundo momento, para você reconstruir o seu argumento. Tudo bem?”
(t: 40:37 – 43:47).

Fonte: Da autora (2022).

Após essa fala, a pesquisadora, apresentou, por meio de slides e do compartilhamento da tela de seu computador, o quadro dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, incentivando o estudante D a apresentar suas dúvidas sobre os elementos.

Uma consideração relevante sobre o desenvolvimento dessa aula com apenas um estudante presente, foi à possibilidade de discutir de forma aprofundada as várias linhas de raciocínio que ele foi apresentando durante a aula, de modo a possibilitar a relação das ideias do estudante com cada um dos elementos epistêmicos.

Após esse momento, a pesquisadora apresentou para o estudante D, a **Atividade 3: Analisando um argumento**, que já havia sido desenvolvida na terceira aula da SEI.

Entretanto, a proposta para retomar essa atividade durante o desenvolvimento dessa aula objetivou promover condições para que o estudante identificasse evidências que pudesse utilizar na reconstrução de seu argumento individual.

Em seguida, a pesquisadora apresentou o primeiro argumento construído pelo estudante para que ele pudesse responder à questão 2, visando promover condições para que ele avaliasse e justificasse a presença ou ausência dos critérios para a construção de argumentos científicos em seu primeiro argumento.

O estudante resolveu a questão dois de forma oral e dialogada com a pesquisadora, que por sua vez, teve a oportunidade de solicitar justificativas a ele, o que contribuiu com a reformulação de ideias e organização dos raciocínios apresentados.

A pesquisadora retomou, também, durante a discussão com o estudante D, as informações históricas, políticas, econômicas e ambientais sobre o glifosato, apresentadas no vídeo discutido na décima aula.

Apesar de essa aula ter tido a duração de uma hora e trinta minutos, não foi possível desenvolver todas as questões da **Atividade 9**, de modo que a questão 3 não foi resolvida nessa aula, ficando então para ser desenvolvida na aula seguinte.

Décima Primeira Aula na turma da noite.

Na turma da noite, três estudantes permaneceram participantes até o final da SEI, as estudantes B, T e Y, o que motivou o distinto desenvolvimento dessa aula nas duas turmas.

Ao iniciar essa aula, a pesquisadora conversou sobre as aulas que as estudantes B e T não haviam participado, marcando um encontro extra com elas para desenvolver um resumo sobre essas aulas.

Em seguida, a pesquisadora desenvolveu um resumo sobre as aulas e atividades desenvolvidas até o momento, semelhante ao desenvolvido na turma da manhã, apresentado no Quadro 25.

Em seguida, a pesquisadora enviou para cada estudante, seus primeiros argumentos construídos, por meio do aplicativo Whatsapp, e apresentou para as estudantes o quadro dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, desenvolvendo explicações e discussões sobre cada um dos elementos.

Nesse momento, a pesquisadora ressaltou os objetivos da aula, sobre a análise e reconstrução dos primeiros argumentos construídos pelas estudantes de forma individual.

Após a discussão dos elementos epistêmicos, a pesquisadora apresentou para às estudantes a **Atividade 3: Analisando um argumento**, para que pudessem identificar as evidências e desenvolverem a questão 1 da **Atividade 9**.

A pesquisadora reservou tempo e espaço para que as estudantes pudessem ler o argumento da **Atividade 3** e identificassem de forma individual as evidências para então, depois, iniciar a discussão sobre as evidências identificadas por cada uma das estudantes.

Cada uma das estudantes escreveu no chat da reunião as evidências identificadas por elas, e a pesquisadora pôde aprofundar a discussão, solicitando que elas justificassem o porquê selecionaram aquelas evidências, se as demais estudantes concordavam ou não com a seleção das evidências apresentadas por cada uma das estudantes e, assim por diante.

Durante esse momento de discussões, a pesquisadora procurou relacionar essas evidências com os elementos epistêmicos, visando dessa forma aprofundar a explicação destes a partir das falas das estudantes.

Para finalizar a aula, a pesquisadora manteve o quadro dos elementos epistêmicos na tela compartilhada com as estudantes e solicitou que elas resolvessem a questão 2 da **Atividade 9**, que era analisar o primeiro argumento construído identificando e justificando a presença ou ausência dos elementos epistêmicos em seus argumentos.

Como havia três estudantes participantes nessa aula, a pesquisadora orientou que essa questão fosse desenvolvida durante a aula, porém, que cada estudante anotasse em seu caderno os elementos contemplados ou não contemplados e, depois, que enviassem fotos de seus cadernos para a pesquisadora, visando, dessa forma, preservar a privacidade do argumento de cada estudante.

Sendo assim, as estudantes desenvolveram em suas casas e de modo individual as questões 2 e 3 da **Atividade 9** e encaminharam suas respostas para a pesquisadora.

Consideramos importante destacar que não foi possível, durante essa aula na turma da noite, aprofundar a discussão e a mediação sobre as considerações e raciocínios apresentados pelas estudantes, como foi possível na turma da manhã.

4.3.2.11 Décima Segunda Aula.

O planejado para a aula.

A proposta dessa aula é semelhante à proposta da décima primeira aula, na qual objetivávamos a reconstrução dos argumentos individuais.

Entretanto, nessa aula, visamos à reconstrução dos argumentos de forma coletiva, de modo que pudéssemos promover condições para a ocorrência de discussões entre os estudantes, para que pudesse identificar e interpretar evidências de forma coletiva, apresentarem suas ideias, conhecimentos e concepções sobre a análise e reconstrução do argumento construído na primeira proposta de resolução da situação problema, na segunda aula da SEI, com o desenvolvimento da **Atividade 2: Situação Problema**.

Considerando uma possível contribuição para o desenvolvimento de habilidades argumentativas promovidas pelas interações dialógicas entre os estudantes, era esperado que, mediante as discussões entre os pares, os argumentos construídos coletivamente apresentem aspectos reformulados e distintos, quando comparados com os argumentos construídos individualmente (Atividade 9).

Portanto, elaboramos a **Atividade 10**, apresentada a seguir.

A Atividade 10: Avaliação e reconstrução do argumento coletivo.

Ressaltamos que a **Atividade 10** apresenta questões semelhantes às questões propostas na **Atividade 9**, uma vez que tínhamos como objetivo central, em ambas as atividades, a reconstrução dos primeiros argumentos construídos pelos estudantes no início da SEI.

Entretanto, apesar das semelhanças, tínhamos também como objetivo promover condições para que os estudantes pudessem manifestar habilidades dialógicas, de interações e discussões entre os pares. Habilidades que consideramos importantes para a construção de senso crítico, como por exemplo, o respeito pelo posicionamento do colega, a construção de consenso, a assertividade de seu próprio posicionamento, a mudança de posicionamento a partir das contribuições e considerações dos colegas.

Nesse sentido, ao propormos a questão 1 apresentada no Quadro 26, esperávamos que habilidades cognitivas de ordem superior pudessem ser manifestadas, pois ela requer que os estudantes discutam, levantem e testem hipóteses, elaborem inferências e avaliem que evidências anteriormente identificadas de modo individual, por cada integrante do grupo, serão relevantes para a reconstrução do argumento coletivo (SUART; MARCONDES, 2008).

Quadro 26 - Questão 1, proposta na Atividade 10.

1) Considerando as evidências identificadas de modo individual (aula anterior), escreva (chat) ou expressem de forma oral, que evidências consideram relevantes para a reconstrução do (s) argumento científico (s) coletivo(s), para a participação no debate sobre a utilização do agrotóxico Roundup® (ou similar). Justifiquem suas respostas.
--

Fonte: Da autora (2022).

A questão 2, representada no Quadro 27, objetiva promover mais um momento de retomada dos elementos para a construção de argumentos científicos informados, visando direcionar a atenção dos estudantes para a avaliação coletiva dos argumentos anteriormente construídos, considerando esses elementos e objetivando, dessa forma, favorecer a discussão entre os pares, a divulgação das ideias e as interpretações dos estudantes sobre esses elementos.

Quadro 27 - Questão 2 da Atividade 10.

2) Analisando a fotocópia do argumento coletivo construído na aula dois, e considerando o Quadro 1 (critérios para a construção de argumentos científicos informados, disponibilizado anteriormente) preencha o Quadro 5 abaixo, justificando cada análise realizada. Na justificativa, vocês devem escrever se o argumento analisado contempla ou não os critérios para validar um argumento científico, justificando suas respostas.

Quadro 5: Critérios para a construção de argumentos científicos (coletivo) contemplados e não contemplado.

Critérios contemplados	
Quais critérios	Justificativas
Critérios não contemplados	
Quais critérios	Justificativas

Fonte: Da autora (2022).

Para a proposição e desenvolvimento da questão 3, representada no Quadro 28, objetivávamos promover condições para que os estudantes analisassem e discutissem sobre os argumentos anteriormente construídos por eles, assim como, pudessem reescrevê-los coletivamente, considerando os conhecimentos construídos sobre os elementos epistêmicos para a validação de argumentos científicos informados e os conceitos relacionados às soluções.

Quadro 28 - Questão 3 da Atividade 10.

3) Reescreva o argumento coletivo construído anteriormente (fotocópia, **Atividade 2**), considerando os critérios para a construção de argumentos científicos informados, bem como as evidências consideradas relevantes.

Fonte: Da autora (2022).

Assim, as respostas dos estudantes para essa atividade poderiam favorecer a manifestação de habilidades cognitivas, de AC e de AQ, e favorecer análises sobre as potencialidades ou limitações das discussões entre os pares, a divulgação de ideias e a construção do conhecimento individual dos estudantes sobre a reconstrução do argumento coletivo.

Esperávamos ainda com essa atividade, que a segunda proposta para a resolução da situação problema, de forma coletiva, fosse mais bem elaborada em relação aos elementos epistêmicos da argumentação científica, de modo que os estudantes apresentassem na escrita do argumento, pelo menos alguns dos elementos para a validação de argumentos científicos informados; conceitos sobre soluções em níveis macroscópico e/ou submicroscópico; alguma relação entre o uso de glifosato e o conceito sobre soluções, e, pelo menos, alguma informação ou termo específico sobre o glifosato.

Com a proposta de reconstrução dos argumentos, tanto individuais quanto os coletivos, esperávamos obter indícios de uma relação profícua entre o ensino dos elementos epistêmicos da argumentação científica com a manifestação de habilidades cognitivas, de habilidade de AC e de AQ.

O que foi desenvolvido na aula.

Iniciamos a descrição dessa aula, ressaltando que seu desenvolvimento foi realizado apenas na turma da noite, uma vez que, na turma da manhã, apenas o estudante D permaneceu participando. Então D concordou em participar da reconstrução do argumento coletivo na turma da noite.

A pesquisadora iniciou a aula com um momento de feedback e agradecimento aos estudantes pela participação e dedicação deles durante o desenvolvimento da SEI e participação na sua pesquisa.

Em seguida, orientou os estudantes sobre a **Atividade 10**, a ser desenvolvida durante a aula, ressaltando para eles a importância em considerar as aulas e atividades desenvolvidas anteriormente, os materiais de consulta, os vídeos disponibilizados, as discussões desenvolvidas nas aulas e os argumentos construídos até o momento.

Em seguida, a pesquisadora enviou para cada estudante o primeiro argumento coletivo construído pela turma da noite, durante a segunda aula da SEI. A pesquisadora utilizou o aplicativo do Whatsapp para enviar o argumento para os estudantes.

Destacamos que o primeiro argumento da turma da manhã não foi reconstruído pelos estudantes devido à permanência apenas do estudante D, o qual participou da construção desse argumento. Na turma da noite havia mais estudantes, os quais participaram da construção do primeiro argumento coletivo dessa turma.

Em seguida, a pesquisadora iniciou a apresentação da **Atividade10: Avaliação e reconstrução do argumento coletivo** para os estudantes, desenvolvendo a leitura coletiva da situação problema e orientando os estudantes a resolverem a questão 1 dessa atividade.

Em seguida, ofereceu um tempo para o desenvolvimento de discussões entre os estudantes, de modo a favorecer a resolução dessa questão de forma coletiva.

Como consenso da discussão, os estudantes decidiram construir um novo argumento que apresentasse pontos positivos e negativos sobre a utilização do Roundup®, desconsiderando o primeiro argumento coletivo construído pela turma da noite.

Após esse momento, a pesquisadora orientou os estudantes a acessarem o site Padlet²⁴, para que todos os estudantes pudessem fazer suas contribuições durante a construção do argumento.

Para o desenvolvimento da questão 2, a pesquisadora apresentou os dois argumentos das turmas da manhã e da noite, para que os estudantes pudessem avaliar ambos os argumentos de acordo com os elementos epistêmicos, de modo a considerar se iriam aproveitar algo que estivesse nos dois argumentos ou se iriam reconstruir um novo argumento coletivo, desconsiderando os demais anteriormente construídos.

A pesquisadora orientou os estudantes que construíssem um argumento coletivo coeso, que expressasse o consenso estabelecido pelo grupo e não as opiniões individuais fragmentando a estrutura do argumento.

Então, para a construção do novo argumento coletivo, os estudantes se dividiram em relação às evidências que selecionaram para a construção do argumento de modo que cada estudante iria construir uma parte do argumento considerando as evidências selecionadas por eles, iniciando, assim, suas pesquisas e a construção do argumento no Padlet.

Enquanto os estudantes construíam o argumento, a pesquisadora compartilhou a tela de seu computador, deixando como material de consulta, o quadro dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados.

Conforme os estudantes apresentavam suas ideias, evidências e raciocínios para a construção do argumento, a pesquisadora mediava à discussão, solicitando justificativas e relacionando cada informação e ideia com os elementos epistêmicos.

Destacamos que essa aula teve duração de 1h52min, e, apesar da extensa duração, não foi possível finalizar a construção do argumento coletivo, sendo este finalizado na última aula da SEI, no período da noite.

²⁴ Interessados, acessarem: <https://pt-br.padlet.com/>.

4.3.2.12 Décima Terceira Aula.

O planejado para a aula.

Para a última aula da SEI, propomos o desenvolvimento de um questionário pós, objetivando promover condições para que os estudantes pudessem apresentar, por meio da escrita, as habilidades desenvolvidas e o conhecimento construído durante o desenvolvimento das aulas.

Esperávamos que as respostas dos estudantes ao questionário pós, pudessem fornecer indícios da promoção de habilidades cognitivas, de AC e de AQ e, também, a compreensão do conteúdo de soluções.

Portanto, propomos a Atividade 11: Questionário Pós, descrita a seguir.

A Atividade 11: Questionário Pós.

Para a proposta e desenvolvimento do questionário pós, objetivávamos promover condições para que os estudantes manifestassem seu conhecimento sobre os conceitos de soluções e, também suas compreensões em relação à argumentação científica.

Esperámos ainda que as respostas dos estudantes para as questões da **Atividade 11** pudessem manifestar evolução quanto à compreensão dos conceitos e sobre os conteúdos desenvolvidos durante a SEI, de modo a possibilitar uma análise comparativa com as respostas dos estudantes ao questionário prévio, proposto na primeira aula da SEI, uma vez que, tanto o questionário prévio quanto o pós, apresentam algumas questões em comum, possibilitando a realização dessa análise.

Esperávamos também, que as respostas dos estudantes para essa atividade pudessem ser mais bem elaboradas e estruturadas em termos de conhecimento científico sobre soluções, argumentação e sobre o glifosato, por meio do uso de linguagem específica da Química, como por exemplo, com a utilização dos termos, soluções, soluto, solvente, concentração, glifosato, ação de inibição enzimática, etc. O questionário pós está representado no Quadro 29, a seguir.

Quadro 29 - Atividade 11.

Atividade 11: Questionário Pós.

- 1) O que você entende sobre argumentação?
- 2) De acordo com o seu conhecimento sobre argumentação, escolha, entre os critérios abaixo, o (s) que você considera ser ou serem importantes para a construção de argumentos científicos. Justifique suas escolhas.

Quadro 9. Avaliação dos critérios para a construção de argumentos científicos.

Crítérios para a construção de argumentos científicos	Justificativas
Opinião própria	
Conclusão	
Opinião da maioria das pessoas (senso comum)	
Autoridade	
Evidências/Dados	
Convicção	
Conhecimento científico	
Persuasão	
Relação de causa e efeito	
Manipulação	

a) Saber argumentar é importante para a participação em discussões que envolvem conceitos aprendidos nas aulas de Química? Justifique sua resposta.

3) É muito comum, em no cotidiano de agricultores, o consumo de Roundup® para a eliminação de plantas indesejadas na lavoura. Sabendo que o Glifosato é o princípio ativo desse agrotóxico, desenhe com detalhes, a preparação de uma solução para aplicação desse agrotóxico.

Importante evidenciar no desenho:

- A quantidade de soluto, solvente, e/ou a adição de algum outro composto.
- A classificação da mistura como homogênea ou heterogênea.
- A identificação do composto que atua como o soluto e o composto que atua como o solvente.
- Considerando as quantidades dos compostos que você utilizou para preparar a solução, você considera que ela está mais ou menos concentrada? Justifique sua resposta.

a) O que acontece com a concentração da solução preparada, se você aumentar a quantidade de água adicionada?

b) Você utilizaria essa solução? Justifique sua resposta.

Fonte: Da autora (2022).

O que foi desenvolvido na aula.

Na décima terceira aula da turma da manhã, apenas o estudante D participou, o que permitiu a continuação da construção do argumento individual desse estudante, finalizando o desenvolvimento da questão 3 da **Atividade 9**.

Já na turma da noite, as três estudantes B, T e Y finalizaram a construção do argumento coletivo, questão 3 da **Atividade 10**.

Durante essa aula na turma da noite, a pesquisadora procurou discutir, os elementos epistêmicos com as estudantes, buscando relacionar a construção do argumento coletivo com

a construção do argumento individual, uma vez que, as estudantes, reconstruíram seus argumentos individuais após essa última aula, e enviaram para a pesquisadora posteriormente.

Ao finalizar essa aula, a pesquisadora disponibilizou por meio da sala de aula Google, o questionário pós, elaborado com a ferramenta Google Forms, de modo que os estudantes responderam ao questionário de forma individual e sem a mediação da pesquisadora, e suas respostas foram enviadas automaticamente para ela.

Ao finalizar essa subseção, destacamos que apesar de termos desenvolvido uma sequência de aulas previamente planejada considerando diversas atividades visando à construção do conhecimento sobre soluções e sobre a construção de argumentos científicos informados, não temos a pretensão de desenvolver a análise e discussão dos resultados obtidos de todas as atividades desenvolvidas, mas sim, analisar e discutir os dados obtidos sobre os argumentos construídos pelos quatro estudantes que participaram das aulas até o final do desenvolvimento da SEI, de modo a identificar, analisar e discutir as aulas e atividades que influenciaram diretamente na construção dos argumentos dos estudantes.

Nesse sentido, apresentamos a seguir, as categorias de análise consideradas para a análise e discussão dos dados obtidos nos argumentos, individuais e coletivos, construídos pelos quatro estudantes.

4.4 Categorias de Análise

Para a análise dos dados desta pesquisa, utilizamos categorias a priori, que são categorias previamente estabelecidas na literatura. No Quadro 30 apresentamos os dados que foram analisados, as aulas em que foram obtidos e também os instrumentos de coleta.

Quadro 30 - Dados analisados.

Aula	Dados	Instrumentos de coleta
1	Primeiros argumentos individuais	Material impresso construído pelos estudantes
2	Primeiro argumento coletivo	Material impresso construído pelos estudantes
11 e 13	Segundos argumentos individuais	Material impresso construído pelos estudantes
12 e 13	Segundo argumento coletivo	Material impresso construído pelos estudantes

Fonte: Da autora (2022).

Os dados apresentados no Quadro 30 foram escolhidos para análises, em detrimento dos outros dados obtidos no desenvolvimento da SEI, por serem os dados centrais desta pesquisa, isso porque, as demais atividades desenvolvidas, tiveram como objetivo auxiliar os

estudantes a construírem os argumentos escritos, uma vez que, o objetivo central desta pesquisa foi investigar a construção de argumentos científicos informados.

Após as análises dos dados apresentados no Quadro 30, foram também analisadas as relações entre a manifestação dos elementos epistêmicos e as habilidades de AC, AQ e HC e também a mediação da pesquisadora durante a construção dos argumentos.

Ressaltamos que nesse momento, apresentamos brevemente as categorias de análise consideradas para as análises dos dados, e que o detalhamento e discussão destas foram realizados no Capítulo 2: Referencial Teórico.

Iniciamos a categorização dos argumentos com a identificação e avaliação da manifestação dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados (SANDOVAL; REISER, 2003).

Objetiva-se com essa análise inicial, investigar possíveis contribuições sobre a orientação direta aos estudantes desses elementos epistêmicos, de modo que pudessem construir argumentos categorizados como cientificamente informados.

De acordo com Sandoval e Reiser (2006), considera-se um argumento científico válido²⁵, se esse contempla: o uso de evidências e a construção de relações causais entre estas, para o suporte de uma conclusão.

Sendo assim, para a análise dos dados foram considerados argumentos científicos informados os que apresentaram: uma conclusão e/ou o posicionamento perante o tema glifosato e pelo menos dois dos elementos epistêmicos, sendo esses, o uso de evidências e coerência causal.

No Quadro 31 a seguir, apresentamos os elementos epistêmicos considerados na categorização dos argumentos.

²⁵ Argumento científico válido é um termos utilizado no trabalho dos autores Sandoval e Reiser (2006).

Quadro 31 - Elementos epistêmicos para a validação de argumentos científicos informados propostos por Sandoval e Reiser,

Elemento	Descrição
Coerência causal.	Explicações/argumentações científicas são explicações causais. São enunciados sobre como uma situação causa outra. Elas explicam como ou por que as coisas acontecem. A maioria das explicações/argumentações científicas envolvem relações de causa e efeito: A causa B, que causa C, e causa D.
Uso de dados/ evidências.	As explicações/argumentações científicas são científicas porque são baseadas em padrões de dados/evidências. Deve-se considerar a lógica para vincular os dados/evidências para apoiar suas explicações. É importante citar dados e vincular esses dados, especificamente, para apoiar partes de suas explicações.
Descartar explicações alternativas.	Como a maioria dos cientistas, rejeitar ideias ao longo do caminho, é um processo natural, para determinar o que é considerado como a melhor explicação. Não é possível ter certeza de que se tem a melhor explicação se não considerou explicações alternativas e documentou o porquê essas explicações devem ser rejeitadas em favor de uma melhor explicação. É importante apresentar pelo menos duas explicações articuladas ao posicionamento escolhido.
Documentando as limitações de suas explicações.	Qualquer explicação, por mais abrangente que seja, não será capaz de dar conta de todos os dados/evidências disponíveis. Portanto, é importante documentar as limitações dos argumentos construídos. Argumentos sem limitações não documentadas perdem aspectos de validação.

Fonte: Sandoval; Reiser (2004, p. 362, tradução da autora).

Em seguida, foi realizada a análise dos argumentos visando à identificação da manifestação de habilidades de Alfabetização Científica propostos por Bybee (1997), seguindo com a análise da manifestação de habilidade de Alfabetização Química proposto por Shwartz, Ben-Zvi e Hofstein (2006), e finalizando com as análises dos argumentos em relação à manifestação das habilidades cognitivas propostas por Suart (2008), as categorias consideradas nesta etapa estão apresentadas nos Quadros 32, 33 e 34 respectivamente.

Quadro 32 - Níveis de Alfabetização Científica, propostos por Bybee (1997).

Nível	Descrição
Sem Alfabetização Científica	Os estudantes não conseguem relacionar ou responder questões científicas, não apresentam vocabulário, conceitos, contextos ou habilidades cognitivas para identificar ou resolver as questões propostas
Alfabetização Científica Nominal	Os estudantes compreendem o conceito científico, porém é uma compreensão equivocada, pois se trata da apresentação de um conceito impreciso e simbólico, estudante pode se apropriar de concepções alternativas sobre o conceito científico. Porém, é uma dimensão que contribui para que os estudantes alcancem dimensões mais altas de AC.
Alfabetização Científica Funcional	Os estudantes podem ser/estar familiarizados com termos e conceitos científicos, podendo até demonstrarem conhecimento científico em situações específicas, como avaliações escolares, e, podem ser capazes de lerem reportagens e livros, porém, apresentam dificuldades conceituais e teóricas, necessárias para o aprofundamento da compreensão desses conhecimentos científicos.
Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental	Os estudantes desenvolvem uma compreensão mais ampla. São capazes de relacionar os conceitos de diferentes disciplinas entre si e, ainda começam a compreender as ideias centrais dos conhecimentos científicos. Incluem nessa dimensão, conhecimentos procedimentais envolvidos nas investigações científicas, tais como, solução de problemas e discussão sobre as conclusões.
Alfabetização Científica Multidimensional	Os estudantes se apropriam de uma compreensão que ultrapassa os conhecimentos científicos das disciplinas e dos procedimentos da investigação científica. Incluem as dimensões filosóficas, históricas e sociais da ciência e da tecnologia. Os estudantes são capazes de fazer conexões entre os conhecimentos científicos das disciplinas, entre a ciência e tecnologia e as questões da sociedade.

Fonte: Bybee (1997, p. 119 -122, tradução Silva et al. (2017), p. 6)

Quadro 33 - Dimensões de Alfabetização Científica, proposta por Shwartz; Ben-Zvi e Hofstein.

Dimensão	Descrição
Conhecimento de Conteúdo Científico e Característica da Química	Nessa dimensão, um estudante alfabetizado quimicamente deve compreender as ideias científicas gerais, fazer generalizações e sugerir teorias para explicar os fenômenos observados. Também devem ser capazes de explicar fenômenos macroscópicos, a partir da compreensão microscópica desses fenômenos.
Química no Contexto	Nessa dimensão, o estudante alfabetizado quimicamente deve ser capaz de reconhecer a importância do conhecimento químico em seu contexto social, como conhecimento relevante para tomada de decisões e participação em debates sociais sobre questões relacionadas à Química.
Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior	Nessa dimensão, os estudantes alfabetizados quimicamente devem ser capazes de realizar questionamentos, procurar informações e interpretá-las de modo positivo ou negativo.
Aspectos Afetivos	Nessa dimensão, os estudantes alfabetizados cientificamente, possuem uma visão realista da Química e suas implicações, demonstrando interesse em questões Químicas, além do contexto escolar.

Fonte: Shwartz; Ben-Zvi; Hofstein (2006).

Quadro 34 - Níveis Cognitivos para as respostas dos estudantes.

Nível	Categoria de resposta ALG
N1	Não reconhece a situação problema. Limita-se a expor um dado lembrado. Retêm-se a explicação de fórmulas ou conceitos.
Nível	Categorias de resposta LOCS
N2	Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado. Não identifica variáveis. Não estabelece processos de controle para a seleção das informações. Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas e equações. Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações. Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
Nível	Categorias de resposta HOCS
N4	Seleciona as informações relevantes. Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema. Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: SUART (2008, p. 76).

4.5 Análise dos Dados

Nesta subseção serão apresentados os dados e as análises obtidas por meio do desenvolvimento remoto de uma SEI, a qual teve por objetivo principal, promover condições

para o envolvimento dos estudantes nos processos da argumentação e da construção de argumentos científicos informados. .

Os argumentos construídos pelos estudantes foram analisados de acordo com as categorias apresentadas nos Quadros 31, 32, 33 e 34, na subseção anterior, nos quais são apresentados os elementos epistêmicos para a construção dos argumentos científicos informados, os níveis de Alfabetização Científica, as dimensões de Alfabetização Química e os níveis de Habilidades Cognitivas, respectivamente.

O processo de categorização dos dados foi desenvolvido em dois momentos. No primeiro momento, foi desenvolvida a categorização dos dois argumentos individuais construídos pela estudante B e pelo estudante D, que foram escolhidos aleatoriamente para o primeiro momento de validação. No segundo momento, foi desenvolvida a categorização dos dois argumentos individuais construídos pelas estudantes Y e T e, também, dos dois argumentos construídos de forma coletiva pelos estudantes participantes da pesquisa.

A categorização dos dados foi desenvolvida de forma individual e independente por diferentes pesquisadoras participantes de um grupo de pesquisa, seguida de discussões entre elas, visando à validação das análises.

O grupo de pesquisa que contribuiu com a validação dos dados apresentados neste capítulo, é formado por quatro pesquisadoras participantes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, sendo uma professora doutora em Ensino de Ciências e três mestrandas, e, ainda, uma pesquisadora, também mestranda, participante do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental. Ambos os Programas são ofertados pela Universidade Federal de Lavras.

É importante destacar que a análise das gravações das aulas 2, 3, 10, 11 e 12 desenvolvidas também foi um momento importante para a análise dos dados, uma vez que, assistir às gravações dessas aulas, contribuiu para analisar as potencialidades e limitações das atividades desenvolvidas, da mediação da professora pesquisadora e do envolvimento dos estudantes nos processos da argumentação e da construção dos argumentos científicos informados.

Destacamos às análises das aulas supracitadas por terem sido aulas em que foram desenvolvidas discussões mais aprofundadas e direcionadas para a construção dos argumentos científicos informados.

A análise dos dados obtidos pela construção dos argumentos pelos estudantes está apresentada da seguinte forma:

- a) análise e discussão dos primeiros argumentos individuais dos quatro estudantes, construídos na primeira aula;
- b) análise e discussão do primeiro argumento coletivo construído na segunda aula;
- c) análise e discussão dos segundos argumentos individuais dos quatro estudantes, construídos na décima primeira e décima terceira aula;
- d) análise e discussão do segundo argumento coletivo construído na décima segunda e décima terceira aula;
- e) análise e discussão da inter-relação sobre o ensino da argumentação científica a partir dos elementos epistêmicos e a promoção de habilidades de Alfabetização Científica, de habilidades de Alfabetização Química e de Habilidades Cognitivas;
- f) discussão sobre a mediação da pesquisadora na construção dos argumentos.

Ressaltamos que os dados e as análises aqui apresentados, foram validados pelo grupo de pesquisa, citado anteriormente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Primeiros argumentos individuais construídos pelos estudantes.

Iniciaremos apresentando as análises e discussões dos primeiros argumentos construídos pelos estudantes considerando a sequência de análises e validação desenvolvidas.

Estudante B.

Apresentamos no Quadro 35, o primeiro argumento construído pela estudante B e as categorias manifestadas, em seu argumento escrito.

Quadro 35 - Primeiro argumento construído pela estudante B.

Estudante B			
Argumento 1.			
Acredito que o roundup não deve ser utilizado pois é um veneno muito agressivo quando utilizado o solo, o ambiente, os alimentos e plantações são muito danificados, ele também pode causar intoxicação e sua venda é proibida.			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
NÃO MANIFESTADO.	ACN	QUÍM. CONT.	N2

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Após as análises, consideramos a ausência na manifestação de elementos epistêmicos na construção do primeiro argumento da estudante B.

Identificamos na escrita desse argumento, coerência na apresentação do raciocínio da estudante quando ela apresenta a relação entre Roundup® ser um veneno muito agressivo com a contaminação do solo, do ambiente, dos alimentos e plantações, como destacado no excerto apresentado no Quadro 36 a seguir:

Quadro 36 - Excerto do primeiro argumento da estudante B.

pois é um veneno muito agressivo, quando utilizado o solo o ambiente, o alimentos e plantações são muito danificados, ele também pode causar intoxicação.

Fonte: Da autora (2022).

Entretanto, na escrita desse argumento, não é estabelecida uma relação de causa e efeito entre o “roundup [...] ser um veneno muito agressivo [...]” e “[...] o solo, o ambiente, os alimentos e plantações são muito danificadas [...]”, na qual pudesse ser identificado, na escrita da estudante, como ou por que, o Roundup® danifica o solo, o ambiente, os alimentos e plantações, por ser um veneno muito agressivo.

Consideramos também que a coerência identificada na escrita da estudante parece estar orientada pelo conhecimento de senso comum, pois apresenta algumas incompreensões sobre o Roundup®, uma vez que esse agrotóxico apresenta baixa contaminação do solo e de alimentos, por decorrência de sua forma de aplicação e, ainda, sua venda não é proibida.

É possível identificar que a estudante B apresenta seu posicionamento e organiza suas ideias de forma coerente, de modo a suportar seu posicionamento, entretanto, ela não aprofunda as relações de causa e efeito (como ou por que, ou de que maneiras uma informação relaciona-se com a outra) entre as informações apresentadas, em seu argumento. Como por exemplo, a estudante apresenta: “Acredito que o roundup não deve ser utilizado, pois é um veneno muito agressivo [...]”. Assim, a estudante B, não apresenta informações que demonstre sua compreensão sobre como ou por que o Roundup é um veneno muito agressivo e de que maneira, o fato desse agrotóxico ser muito agressivo, suporta seu posicionamento contrário ao seu uso.

A mesma ausência de relação de causa e efeito entre as informações apresentadas pela estudante pode ser identificada no excerto: “[...] sua venda é proibida”. Nesse excerto, a estudante B, não apresenta como ou por que a venda desse agrotóxico é proibida e, como ou por que, apesar de ser proibido, continua sendo comercializado.

De acordo com os critérios pré-estabelecidos para considerarmos os argumentos dos estudantes como sendo científicos informados, como apresentar posicionamento sobre o tema, evidências e relação causal, o primeiro argumento da estudante B não é classificado como sendo um argumento científico informado, por ela não manifestar, em sua escrita, os critérios pré-estabelecidos.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Após as análises e discussões, consideramos que a estudante consegue responder à questão proposta a fim de construir um argumento sobre a utilização do Roundup®, mesmo não apresentando um argumento científico, como discutido anteriormente.

Entretanto, por meio das análises da escrita da estudante, é possível identificar que ela apresenta vocabulário e busca relacionar diferentes contextos para suportar seu posicionamento, quando relaciona a utilização do Roundup® com o meio ambiente, a sociedade e a intoxicação humana, apesar de não aprofundar as explicações sobre as informações apresentadas o que possibilita-nos inferir que ela se orienta por senso comum.

O excerto apresentado no Quadro 37 a seguir, exemplifica o que foi destacado.

Quadro 37 - Excerto do primeiro argumento construído pela estudante B.

[...] quando utilizado o solo, o ambiente, os alimentos e plantações são muito danificados, ele também pode causar intoxicação e sua venda é proibida.

Fonte: Da autora (2022).

Dessa forma, podemos inferir que a estudante reconhece o termo agrotóxico, porém apresenta compreensão equivocada e superficial sobre o agrotóxico Roundup®, possibilitando categorizar sua resposta no nível de Alfabetização Científica Nominal (ACN).

O nível de ACN é nível de alfabetização científica que manifesta habilidades de baixa exigência cognitiva, porém indica que a estudante já está alfabetizada cientificamente, mesmo que em nível mais baixo, o que pode contribuir para que ela alcance níveis mais elevados de AC em momentos posteriores, já que é possível identificar que ela apresenta algumas habilidades para alcançar os níveis de AC Funcional (estar familiarizada com termos e conceitos científicos) e AC Conceitual e Procedimental (demonstra compreensão ampla sobre os diversos contextos impactados pelo uso do Roundup®).

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Consideramos que a estudante constrói seu primeiro argumento orientado por senso comum. Desse modo, categorizamos esse argumento na dimensão Química no Contexto, uma vez que a estudante reconhece a aplicação do Roundup® no cotidiano e apresenta as implicações de seu uso, apresentando por meio de exemplificações a compreensão sobre os distintos contextos impactados pelo uso desse agrotóxico. O Quadro 37, anteriormente apresentado destaca o excerto que expressa essas ideias.

A estudante B ainda apresenta um posicionamento contrário ao uso do Roundup®, como destacado no Quadro 38, demonstrando assim, habilidades de tomada de decisão sobre o tema.

Quadro 38 - Excerto do primeiro argumento da estudante B.

Acredito que o roundup não deve ser utilizado [...]

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

É possível inferir que ela reconhece e propõe uma resolução para a situação problema por meio da exemplificação de distintos contextos que podem ser impactados negativamente pelo uso do glifosato, como apresentado anteriormente no Quadro 37.

Embora seja possível identificar, um posicionamento, consideramos que a estudante pode ter se orientado por conhecimento de senso comum ao propor a resolução da situação problema.

Nesse sentido, identificamos na escrita da estudante B a manifestação de habilidades cognitivas de nível N2.

O nível cognitivo N2 é um nível de habilidades de baixa ordem cognitiva, entretanto, identificar habilidades desse nível no primeiro argumento construído a partir dos conhecimentos prévios da estudante B, e sem alguma orientação ou mediação da pesquisadora, fornece indícios de que a estudante já desenvolve habilidades cognitivas que podem potencializar a aprendizagem sobre a argumentação científica, podendo assim alcançar habilidades cognitivas de ordem superior com mais facilidade.

Estudante D.

Apresentaremos a seguir a análise e discussão sobre o primeiro argumento construído pelo estudante D.

Nesse sentido apresentamos no Quadro 39 a seguir o argumento construído por ele.

Quadro 39 - Primeiro argumento construído pelo estudante D.

Estudante D			
Argumento 1			
Gostaria de apresentar dois pontos de vistas opostos: O agrotóxico se torna útil por evitar perda de alimentos durante a produção por outros animais, o que favorece economicamente, gerando mais alimentos para serem comercializados. Por outro lado, muitas das vezes o agrotóxico faz com que o alimento possa perder parte de seu sabor natural, além dos riscos que o agrotóxico traz para a saúde humana e para a situação do solo, que pode se tornar contaminado e até mesmo improdutivo com o tempo.			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
CC	ACN	QUÍM.CONT. ASP.AFET.	N2

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Após as análises, consideramos que o estudante D manifesta o elemento epistêmico coerência causal entre informações de senso comum na construção de seu primeiro argumento, como destacamos no excerto apresentado no Quadro 40, a seguir.

Quadro 40 - Excerto do argumento do estudante D.

O agrotóxico se torna útil por evitar perda de alimentos durante a produção por outros animais, o que favorece economicamente, gerando mais alimentos para serem comercializados. Por outro lado, muitas das vezes o agrotóxico faz com que o alimento possa perder parte de seu sabor natural, além dos riscos que o agrotóxico traz para a saúde humana e para a situação do solo, que pode se tornar contaminado e até mesmo improdutivo com o tempo.

Fonte: Da autora (2022).

Identificamos duas relações de causa e efeito no excerto, possibilitando a inferência da manifestação do elemento epistêmico coerência causal.

A primeira relação de causa e efeito apresentada pelo estudante, é a que expressa os pontos positivos da utilização do agrotóxico, como apresentado no Quadro 41 a seguir.

Quadro 41 - Relação de causa e efeito sobre os pontos positivos da utilização do agrotóxico.

Causa	Efeito
O agrotóxico se torna útil.	Evitar perda de alimentos.
	Favorece a economia.
	Gera mais alimentos.

Fonte: Da autora (2022).

Já a segunda relação de causa e efeito manifestada pelo estudante D, refere-se aos pontos negativos da utilização do agrotóxico, como apresentado no Quadro 42.

Quadro 42 - Relação de causa e efeito sobre os pontos negativos da utilização do agrotóxico.

Causa	Efeito
Por outro lado o agrotóxico	Faz perder o sabor natural dos alimentos.
	Riscos para a saúde humana.
	Contamina o solo, que pode ficar improdutivo.

Fonte: Da autora (2022).

Nesse sentido, identificamos que o único elemento epistêmico manifestado na escrita do estudante D é o elemento coerência causal, e que as informações que o estudante apresenta são de senso comum.

Consideramos, também, que o primeiro argumento construído pelo estudante D não é categorizado como sendo um argumento científico informado, de acordo com os critérios pré-estabelecidos.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Categorizamos o primeiro argumento do estudante D no nível de Alfabetização Científica Nominal, uma vez que, identificamos, a partir das análises da escrita do seu argumento, que ele compreende o conceito sobre agrotóxicos de forma ampla e busca estabelecer relações entre distintos contextos que são impactados pelo consumo de agrotóxicos. Inferimos que o estudante compreende de forma ampla o conceito sobre agrotóxico, a partir das relações que o estudante procura estabelecer entre o uso do agrotóxico

e sua influencia na economia do país, na oferta de produtos à população, na qualidade dos produtos oferecidos, e também no impacto ao meio ambiente.

Nesse sentido, apresentamos no Quadro 43 a seguir, o excerto que demonstra as relações estabelecidas pelo estudante.

Quadro 43 - Excerto do argumento sobre as relações estabelecidas pelo estudante D.

“[...] se torna útil por evitar perda de alimentos [...] favorece economicamente, gerando mais alimentos para serem comercializados”, “[...] perder parte de seu sabor natural, [...] riscos para a saúde humana e para a situação do solo[...].”

Fonte: Da autora (2022).

Entretanto, também identificamos que o estudante não constrói seu primeiro argumento apresentando informações sobre o agrotóxico Roundup®, como foi solicitado, e as informações que o estudante apresenta são genéricas e de senso comum em relação ao uso de agrotóxicos, justificando mais uma vez a categorização no nível ACN.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Após as análises e os momentos de validação, consideramos que em seu primeiro argumento, o estudante D manifesta habilidades da dimensão Química no Contexto, por estruturar seu argumento com informações de senso comum, sobre a utilização de agrotóxicos, como destacado no Quadro 43 anterior, e da dimensão Aspectos Afetivos, pois busca contrapor pontos positivos e negativos sobre a utilização de agrotóxicos, como destacado no Quadro 44.

Quadro 44 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ.

Gostaria de apresentar dois pontos de vistas opostos: O agrotóxico se torna útil ... Por outro lado ...

Fonte: Da autora (2022).

O trecho permite a inferência de que o estudante se envolveu afetivamente sobre o problema apresentado e que demonstrou interesse na resolução da primeira proposta de construção de um argumento científico.

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

Sobre a manifestação de habilidades cognitivas, identificamos que o estudante D reconhece e identifica a situação problema apresentada a ele, identifica e apresenta informações relacionadas entre si, e também seleciona informações em detrimento de outras, como apresentado no Quadro 45, a seguir.

Quadro 45 - Informações selecionadas e apresentadas pelo estudante D.

<p>O uso de agrotóxico favorecer a economia. Aumentar a oferta de alimentos. Alterar o sabor natural dos alimentos. Riscos para a saúde humana. Contaminação do solo.</p>

Fonte: Da autora (2022).

Entretanto, como discutido anteriormente, as informações apresentadas pelo estudante são de senso comum. O estudante não apresenta conceitos químicos e ou científicos, e também não aprofunda a discussão sobre as informações apresentadas, não apresentando justificativas.

Nesse sentido, categorizamos o primeiro argumento construído pelo estudante D, no nível N2.

Estudante Y.

Iniciamos a análise e discussão sobre o primeiro argumento construído pela estudante Y, apresentando este no Quadro 46 a seguir.

Quadro 46 - Primeiro argumento construído pela estudante Y.

Estudante Y			
Argumento 1			
Eu procuraria mais informações sobre o Roundup, lendo o seu histórico, ver suas causas ambientais, e entender os pontos do debate para assim formar uma opinião.			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
NÃO MANIFESTADO	ACN	QUÍ.CONT	N2

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Após a análise dos dados, consideramos que a estudante Y não apresenta um argumento e, também, não manifesta algum elemento epistêmico, uma vez que apresenta uma proposta do que faria para construir um argumento, porém não constrói um.

A partir da resposta da estudante é possível identificar as ações que ela desenvolveria para se preparar para a construção de seu argumento para participar do debate e, a partir dessa identificação, inferimos que ela compreende aspectos relevantes para a construção de argumentos, demonstrando compreensão da importância de se discutir o tema buscando relacionar distintos contextos, como o histórico e o ambiental.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Consideramos que a estudante Y manifesta habilidades de Alfabetização Científica Nominal, uma vez que é possível inferir que ela reconhece a importância de discutir o tema proposto em distintos contextos, como a história dos agrotóxicos e causas ambientais, como destacado no excerto, apresentado no Quadro 47.

Quadro 47 - Excerto sobre a manifestação de habilidade de AC pela estudante Y.

[...] lendo o seu histórico, ver suas causas ambientais [...]

Fonte: Da autora (2022).

Isso permite a inferência de que a estudante compreende que para construir um argumento e “formar uma opinião”, como destacado por ela, é importante buscar informações e relacioná-las entre si.

Portanto, consideramos que a estudante compreende o termo agrotóxico, porém, de acordo com o senso comum.

Entretanto, inferimos ainda que, apesar de manifestar habilidades de ACN, considerado um nível que expressa baixas habilidades de alfabetização científica, consideramos que a partir dos conhecimentos prévios da estudante, sobre a importância de construir um argumento e formar uma opinião a partir de leituras, ela expressa potencial para alcançar e manifestar habilidades de alfabetização científica de níveis mais elevados.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Consideramos que, apesar da estudante não construir um argumento e apresentar uma resposta em termos do que ela faria para construir um argumento, identificamos que ela manifesta habilidades da dimensão Química no Contexto, uma vez que reconhece a importância de ler sobre distintos contextos afetados pelo uso do Roundup para, então, formar uma opinião, como destacamos no Quadro 47 anteriormente apresentado.

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

Consideramos que a estudante Y não reconhece a situação problema apresentada a ela, uma vez que não constrói um argumento. No entanto, apresenta uma resposta à situação problema.

Retomando brevemente à situação problema, solicitamos aos estudantes que construíssem um argumento científico para a participação em um debate de televisão sobre o uso do agrotóxico Roundup®.

Ou seja, foi solicitado aos estudantes que construíssem um argumento e a estudante Y apresenta uma resposta em termos do que faria para construir um argumento.

Nesse sentido, consideramos que, apesar de a estudante não apresentar em sua escrita o que foi solicitado, ela demonstra compreensão sobre o que deve ser buscado para “formar uma opinião” para, então, resolver a situação problema proposta.

Portanto, identificamos a manifestação de habilidades cognitivas de nível N2.

Estudante T.

Para iniciarmos a análise e discussão sobre o primeiro argumento construído pela estudante T, apresentamos no Quadro 48 a seguir o argumento e a categorização realizada.

Quadro 48 - Primeiro argumento construído pela estudante T.

Estudante T			
Argumento 1			
Eu acho que o roundup não deve ser utilizado pois é um veneno que agride o solo e se espalhado pelo ambiente pode contaminar alimentos e plantações, podendo causar intoxicação, quando usado em baixas doses é mais perigoso ainda, ele é um agrotóxico proibido pra venda pois é perigoso.			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
NÃO MANIFESTADO	ACN	QUÍ. CONT	N2

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Consideramos que a estudante T apresenta um argumento orientado por senso comum. Ainda, que ela demonstra seu posicionamento contrário ao uso do Roundup e apresenta informações para o suporte de seu posicionamento, apresentando um raciocínio coerente.

Entretanto, não identificamos a manifestação de algum elemento epistêmico e, também, não consideramos que seja um argumento científico, uma vez que ela não manifesta em sua escrita os critérios pré-estabelecidos para a categorização de seu argumento como um argumento científico informado.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Consideramos que a estudante T apresenta compreensão sobre o termo agrotóxico, uma vez que busca relacionar distintos contextos que são afetados pelo uso do Roundup®, de acordo com o excerto apresentado no Quadro 49 a seguir.

Quadro 49 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AC pela estudante T.

[...]é um veneno q agride o solo e se espalhado pelo ambiente pode contaminar alimentos e plantações, podendo causar intoxicação [...]

Fonte: Da autora (2022).

Nesse sentido, inferimos que a estudante reconhece que o uso do Roundup® impacta distintos contextos, entretanto, identificamos essa compreensão equivocada e orientada por senso comum, permitindo a identificação de habilidades de Alfabetização Científica Nominal.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

De acordo com as considerações anteriores, inferimos que as habilidades manifestadas pela estudante podem ser categorizadas na dimensão Química no Contexto, uma vez que é possível identificar pela escrita da estudante que ela reconhece diversos contextos que são afetados pelo uso do Roundup, como apresentado no Quadro 50, a seguir.

Quadro 50 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pela estudante T.

[...] é um veneno que agride o solo e se espalhado pelo ambiente pode contaminar alimentos e plantações, podendo causar intoxicação.

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

A partir das análises e discussões, consideramos que a estudante reconhece a situação problema apresentada a ela, e busca apresentar informações para fornecer suporte ao seu posicionamento.

Entretanto, as informações apresentadas pela estudante T são de senso comum, e ainda, ela não justifica e aprofunda a discussão sobre as informações apresentadas, o que levamos à identificação de habilidades cognitivas de nível N2.

O que era esperado para a construção do primeiro argumento individual.

De acordo com a apresentação dos dados obtidos nos primeiros argumentos individuais construídos pelos estudantes, consideramos importante discutir o que esperávamos

que fosse manifestado por eles, quando elaboramos uma sequência de aulas com o objetivo geral de ensinar os estudantes a construir argumentos científicos informados.

Como apresentado no capítulo anterior, esperávamos que na primeira construção individual dos argumentos, os estudantes manifestassem habilidades de níveis mais baixos, como, por exemplo, os níveis de AC, Sem Alfabetização Científica e Alfabetização Científica Nominal (BYBEE, 1997), demonstrando a incompreensão ou concepções alternativas sobre a argumentação e sobre o Roundup®. Nas dimensões de AQ, esperávamos a manifestação da dimensão Química no Contexto, na qual os estudantes podem estruturar suas respostas a partir de conhecimentos de senso comum. Nos níveis cognitivos, esperávamos a manifestação de habilidades de ordem N1 e N2 e, sobre os elementos epistêmicos, presumíamos que os estudantes não manifestassem nenhum desses elementos, uma vez que a argumentação não é um conceito comumente abordado nas aulas de Química.

Esperávamos ainda que os estudantes não apresentassem os elementos epistêmicos em seus argumentos porque, de modo geral, ensinar argumentação científica aos estudantes não faz parte do currículo escolar e, portanto, não tínhamos a pretensão de, nesse primeiro momento, obter argumentos bem estruturados.

Ao termos a hipótese de que os estudantes não apresentariam argumentos científicos bem estruturados, elaboramos a SEI visando ensiná-los a construir argumentos científicos a partir dos elementos epistêmicos. Isso porque, presumíamos que ao desenvolvermos atividades e discussões sobre a construção de argumentos científicos informados a partir do ensino dos elementos epistêmicos, poderíamos promover condições para que os estudantes compreendessem a função de cada elemento epistêmico na estrutura de um argumento científico, de modo que pudessem construir seu próprio conhecimento sobre a construção de argumentos científicos, envolverem-se nos processos da argumentação de modo que pudessem demonstrar evolução conceitual sobre a construção de argumentos científicos informados.

5.2 Primeiro Argumento Coletivo

Iniciamos a discussão sobre a construção do primeiro argumento coletivo construído pelos estudantes participantes da turma da noite.

Destacamos que consideramos que esse argumento foi construído de forma coletiva por ter tido contribuições de todos os participantes da aula. Entretanto ressaltamos que durante a construção desse argumento não ocorreram discussões entre os estudantes, para a

organização das ideias de modo que pudessem apresentar na escrita desse argumento as ideias, concepções e posicionamento do grupo, de forma coerente e coesa. Pelo contrário os estudantes foram inserindo no Padlet suas opiniões e até mesmo excertos de pesquisa realizada durante a construção do argumento.

No Quadro 51 a seguir apresentamos esse argumento.

Quadro 51 - Primeiro argumento coletivo construído pela turma noturna.

Coletivo Noturno			
Argumento 1			
<p>Chegamos à conclusão que não somos de acordo com a utilização de agrotóxicos, pois achamos que faz mal a saúde de quem consome o produto, e também faz mal ao meio ambiente. Na minha opinião acho que deveriam criar outras formas para acabar com pragas ou animais que prejudicam o produto, sem a utilização de agrotóxicos. (Estudante Y).</p> <p>O Roundup é muito utilizado para matar planta rasteiras, entretanto nos Estados Unidos a empresa responsável pelo produto foi sentenciada a pagar 289 dólares, “pois um jardineiro contraiu câncer e alega que foi por causa do produto”. (Estudante L, que não concluiu a SEI).</p> <p>Concluimos que o uso pode fazer mal ao meio ambiente, a saúde, a quem consome o produto, e que se poderiam criar outras formas de acabar com as pragas e etc... sem prejudicar o meio ambiente e a saúde. (Estudante V, que não concluiu a SEI).</p>			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
CC U.EV.	ACF	QUIM. CONT. ASP. AFET.	N2

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

A partir das análises, consideramos que o primeiro argumento coletivo construído pelos estudantes pode ser classificado como um argumento científico de acordo com os critérios pré-estabelecidos, uma vez que esse argumento apresenta um posicionamento e os elementos epistêmicos coerência causal e uso de evidências.

Destacamos nos Quadros 52, 53 e 54 os excertos desse primeiro argumento coletivo visando apresentar o que consideramos como posicionamento, relação de coerência causal e uso de evidências, respectivamente.

Quadro 52 - Excerto sobre o posicionamento do primeiro argumento coletivo.

<p>Chegamos à conclusão que não somos de acordo com a utilização de agrotóxicos Concluimos que o uso pode fazer mal ao meio ambiente, a saúde, a quem consome o produto, e que se poderiam criar outras formas de acabar com as pragas.</p>

Fonte: Da autora (2022).

Quadro 53 - Relações causais do primeiro argumento coletivo.

Excerto	Causa	Efeito
<p>Chegamos a conclusão que não somos de acordo com a utilização de agrotóxicos, pois achamos que faz mal a saúde de quem consome o produto, e também faz mal ao meio ambiente. Na minha opinião acho que deveriam criar outras formas para acabar com pragas ou animais que prejudicam o produto, sem a utilização de agrotóxicos. (Estudante Y).</p> <p>O Roundup é muito utilizado para matar planta rasteiras, entretanto nos Estados Unidos a empresa responsável pelo produto foi sentenciada a pagar 289 dólares, “pois um jardineiro contraiu câncer e alega que foi por causa do produto”. (Estudante L, que não concluiu a SEI).</p>	Faz mal a saúde.	Jardineiro contraiu câncer.

Fonte: Da autora (2022).

Quadro 54 - Evidências apresentadas no primeiro argumento coletivo.

<p>O Roundup é muito utilizado para matar planta rasteiras, entretanto nos Estados Unidos a empresa responsável pelo produto foi sentenciada a pagar 289 dólares, “pois um jardineiro contraiu câncer e alega que foi por causa do produto”.</p>
--

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos que os estudantes conseguiram coletivamente apresentarem um argumento científico e manifestarem em sua escrita, elementos epistêmicos que não foram manifestados na construção dos argumentos individuais.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Consideramos que os estudantes manifestaram habilidades de Alfabetização Científica Funcional no primeiro argumento coletivo construído.

Isso porque é possível identificar que os estudantes reconhecem e conseguem, de forma coletiva, resolver o problema proposto, reconhecem algumas consequências negativas sobre a saúde e o meio ambiente, causadas pelo uso do agrotóxico, e apresentam habilidades de pesquisa e leitura realizadas na internet durante o desenvolvimento da atividade, como ressaltado pelo excerto destacado no Quadro 55 a seguir.

Quadro 55 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AC, no argumento coletivo.

<p>O Roundup é muito utilizado para matar plantas rasteiras, entretanto nos Estados Unidos a empresa responsável pelo produto foi sentenciada a pagar 289 dólares, ‘pois um jardineiro contraiu câncer e alega que foi por causa do produto.</p>
--

Fonte: Da autora (2022).

Entretanto identificamos, também, que os estudantes manifestam dificuldades conceituais e teóricas sobre o agrotóxico Roundup, sobre os impactos na saúde e no meio ambiente e, também, sobre a construção de argumentos científicos, uma vez que o grupo não

aprofunda a argumentação sobre como ou porque, o Roundup pode provocar câncer e quais os impactos negativos sobre o meio ambiente.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Consideramos que, apesar de os estudantes apresentarem um argumento científico de acordo com os critérios pré-estabelecidos nesta pesquisa e manifestarem o elemento epistêmico uso de evidência, ainda é um argumento que apresenta conhecimento de senso comum, justificando, assim, a identificação de habilidades da dimensão Química no Contexto.

Consideramos que habilidades da dimensão Aspectos Afetivos também foram manifestadas no primeiro argumento coletivo. Isso porque é possível inferir que os estudantes se envolveram na construção do argumento e demonstraram interesse em resolver a situação problema, buscando informações fora do contexto da discussão e além do que havia sido apresentado pela professora, como no excerto destacado no Quadro 54 apresentado anteriormente, na qual buscamos destacar o excerto da evidência pesquisada pelo estudante L.

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

Inferimos que, ao construírem esse primeiro argumento coletivo, os estudantes manifestaram habilidades do nível cognitivo N2 perpassando algumas habilidades do nível N3.

Consideramos que os estudantes coletivamente conseguem reconhecer a situação problema apresentada a eles, identificam e selecionam informações relevantes e conseguem apresentar essas informações de forma coerente no argumento, quando, por exemplo, decidem em pesquisar na internet informações para o suporte do argumento, como destacado na Figura 54 anteriormente apresentada.

Entretanto, ainda é um argumento orientado por senso comum, no qual os estudantes não apresentam variáveis e, também, não apresentam justificativas para as informações apresentadas, justificando a categorização em nível cognitivo N2.

5.3 Segundos argumentos individuais e coletivos construídos pelos estudantes.

Para iniciar a discussão sobre a construção dos segundos argumentos construídos pelos estudantes ao final do desenvolvimento da SEI, apresentamos no Quadro 56 o segundo argumento construído pela estudante B.

Quadro 56 - Segundo argumento construído pela estudante B.

Estudante B			
Argumento 2.			
<p>O uso do Roundup® pode ser feito, mas com moderação. Suas propriedades químicas, físico-químicas e bioquímicas, proporcionam alta eficiência como herbicida, ele possui também uma alta solubilidade o que facilita sua aplicação e absorção, ocasionando a morte das plantas. Aqui no Brasil o mais utilizado é ele, com base nos dados do censo agropecuário brasileiro, Bombardi indica a intensidades do uso de agrotóxicos por município no Brasil.</p> <p>Verifica-se que 27% das pequenas propriedades, 36% das propriedades de 10 a 100 hectares e 80% das propriedades maiores de 100 hectares usam agrotóxicos. Tal aumento está relacionado a vários fatores, como a expansão do plantio da soja transgênica, que amplia o consumo de glifosato, a crescente resistência das ervas “daninhas”, dos fungos e dos insetos demandando maior consumo de agrotóxicos e/ou o aumento de doenças nas lavouras, como a ferrugem asiática na soja, o que aumenta o consumo de fungicidas.</p> <p>Porém existe o lado ruim do uso deste agrotóxico, os peixes e invertebrados são muito sensíveis a este herbicida e a outros componentes de seus produtos comerciais. Em estudos recentes, onde vários herbicidas foram avaliados quanto a sua ação sobre micro-organismos, observou-se que o glifosato apresenta a segunda maior toxicidade para bactérias e fungos, apresentando, ainda efeitos adversos em alguns invertebrados do solo, incluindo ácaros.</p> <p>Destarte, vemos como é importante fazer o uso consciente deste produto, assim matamos plantas indesejadas sem prejudicar a natureza e seres vivos sensíveis a este herbicida.</p>			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
C.C U.Ev.	ACC	CON.CONT.CIENT. QUÍM. ASP. AFET.	N3

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos que o segundo argumento construído pela estudante B pode ser classificado como um argumento científico informado, uma vez que apresenta um posicionamento e os elementos epistêmicos coerência causal e uso de evidências.

Consideramos ainda que a estudante B estrutura seu segundo argumento a partir de recortes dos materiais didáticos discutidos e disponibilizados durante o desenvolvimento da SEI e que, apesar de esperarmos que os estudantes manifestassem na escrita desse segundo argumento, autoria própria, isso não prejudicou as análises.

Pelo contrário, permitiu reflexões e discussões sobre o enfoque dado pela pesquisadora durante as aulas sobre a importância de evidências científicas na construção de argumentos científicos, o que pode ter influenciado a escrita da estudante B.

Ressaltamos que, após a construção dos segundos argumentos pelos estudantes, não ocorreu mais nenhuma aula, não possibilitando assim a ocorrência de discussões sobre as motivações e compreensões dos estudantes na construção do segundo argumento.

Nesse sentido, apenas inferimos que o enfoque dado pela pesquisadora pode ter influenciado a escrita da estudante B.

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Como mencionado anteriormente, o segundo argumento da estudante B foi estruturado a partir de recortes de materiais disponibilizados pela pesquisadora. Portanto, para a análise da manifestação dos elementos epistêmicos desse argumento, consideramos a inferência sobre o raciocínio da estudante ao vincular as informações apresentadas.

Nesse sentido, apresentamos no Quadro 57 as relações de causa e efeito identificadas no segundo argumento construído pela estudante B.

Quadro 57 - Relações Causais construídas pela estudante B.

Excerto	Causa	Efeito
Aqui no Brasil o mais utilizado é ele. Verifica-se que 27% das pequenas propriedades, 36% das propriedades de 10 a 100 hectares e 80% das propriedades maiores de 100 hectares usam agrotóxicos.	Utilização no Brasil	Apresenta informações sobre a quantidade de agrotóxico utilizado por tamanho das propriedades.
Verifica-se que 27% das pequenas propriedades, 36% das propriedades de 10 a 100 hectares e 80% das propriedades maiores de 100 hectares usam agrotóxicos. Tal aumento está relacionado a vários fatores, como a expansão do plantio da soja transgênica, que amplia o consumo de glifosato, a crescente resistência das ervas “daninhas”, dos fungos e dos insetos demandando maior consumo de agrotóxicos e/ou o aumento de doenças nas lavouras, como a ferrugem asiática na soja, o que aumenta o consumo de fungicidas.	Fatores que influenciam o aumento do uso de agrotóxicos no Brasil.	Apresenta as informações como a expansão do plantio da soja transgênica, que amplia o consumo de glifosato, a crescente resistência das ervas “daninhas”, dos fungos e dos insetos demandando maior consumo de agrotóxicos e/ou o aumento de doenças nas lavouras, como a ferrugem asiática na soja, o que aumenta o consumo de fungicidas. Como fatores que influenciam o aumento no uso de agrotóxico no Brasil.

Fonte: Da autora (2022).

As relações causais apresentadas no Quadro 57, anterior dão suporte para o posicionamento da estudante “Pode ser usado”, que são relações de causa e efeito que justificam que a estudante compreende que o agrotóxico pode ser usado porque é importante matar as ervas daninhas.

Entretanto, identificamos também, relações causais que dão suporte ao posicionamento, “... com moderação”, uma vez que a estudante apresenta o recorte de informações sobre os impactos negativos sobre os peixes e micro-organismos presentes no solo, como destacado no Quadro 58 a seguir.

Quadro 58 - Relações causais construídas pela estudante B.

Excerto	Causa	Efeito
Porém existe o lado ruim do uso deste agrotóxico, os peixes e invertebrados são muito sensíveis a este herbicida e a outros componentes de seus produtos comerciais. Em estudos recentes, onde vários herbicidas foram avaliados quanto a sua ação sobre micro-organismos, observou-se que o glifosato apresenta a segunda maior toxicidade para bactérias e fungos, apresentando, ainda efeitos adversos em alguns invertebrados do solo, incluindo ácaros.	Existe o lado ruim.	Efeito: Sensibilidade dos peixes, toxicidade para fungos, bactérias e invertebrados presentes no solo.

Fonte: Da autora (2022).

Sobre a manifestação do elemento epistêmico uso de evidências, consideramos que a estudante vale-se do material didático disponibilizado e consegue de forma coerente apresentar em seu argumento as evidências apresentadas no Quadro 59 a seguir.

Quadro 59 - Evidências selecionadas pela estudante B.

Evidências	Descrição
1	Alta eficiência como herbicida.
2	Alta solubilidade
3	Ocasiona a morte das plantas
4	Aqui no Brasil o mais utilizado é ele.
5	Verifica-se que 27% das pequenas propriedades, 36% das propriedades de 10 a 100 hectares e 80% das propriedades maiores que 100 hectares usam agrotóxicos.
6	Aumento relacionado a expansão do plantio da soja transgênica
7	A crescente resistência das ervas daninhas, dos fungos e dos insetos
8	Aumento de doenças nas lavouras (compreensão equivocada, uma vez que, o glifosato na atua sobre doenças nas lavouras)
9	Sensibilidade de peixes e invertebrados
10	Segunda maior toxicidade para bactérias, fungos, invertebrados e ácaros.

Fonte: Da Autora (2022).

A partir das considerações anteriores, inferimos que a estudante B manifesta na construção de seu segundo argumento evolução conceitual sobre a construção de argumentos científicos, uma vez que constrói um argumento científico informado, manifestando na escrita os elementos epistêmicos coerência causal e uso de evidências, ao contrário de seu primeiro argumento, que não apresentou elemento epistêmico algum.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Após as análises e discussões, consideramos que o segundo argumento construído pela estudante B, manifesta habilidades do nível de Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental, uma vez que a partir dos recortes selecionados pela estudante, é possível inferir que ela compreende de forma ampla os distintos contextos impactados pelo uso do Roundup®, já que apresenta informações sobre características químicas do glifosato que provocam a morte das plantas, como destacado no Quadro 60 a seguir.

Quadro 60 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AC pela estudante B.

O uso do Roundup® pode ser feito, mas com moderação. Suas propriedades químicas, físico-químicas e bioquímicas, proporcionam alta eficiência como herbicida, ele possui também uma alta solubilidade o que facilita sua aplicação e absorção, ocasionando a morte das plantas.

Fonte: Da autora (2022).

A estudante apresenta também, informações sobre a relação entre a quantidade de agrotóxico utilizada por tamanho de propriedade, excerto destacado no Quadro 61.

Quadro 61 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AC pela estudante B.

Aqui no Brasil o mais utilizado é ele, com base nos dados do censo agropecuário brasileiro, Bombardi indica a intensidades do uso de agrotóxicos por município no Brasil. Verifica-se que 27% das pequenas propriedades, 36% das propriedades de 10 a 100 hectares e 80% das propriedades maiores de 100 hectares usam agrotóxicos.

Fonte: Da autora (2022).

A estudante apresenta ainda, informações sobre os impactos ambientais provocados pelo glifosato, como destacado no Quadro 62.

Quadro 62 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AC pela estudante B.

Porém existe o lado ruim do uso deste agrotóxico, os peixes e invertebrados são muito sensíveis a este herbicida e a outros componentes de seus produtos comerciais. Em estudos recentes, onde vários herbicidas foram avaliados quanto a sua ação sobre micro-organismos, observou-se que o glifosato apresenta a segunda maior toxicidade para bactérias e fungos, apresentando, ainda efeitos adversos em alguns invertebrados do solo, incluindo ácaros.

Fonte: Da autora (2022).

A partir dos recortes anteriormente apresentados, inferimos também que a estudante manifesta habilidades de compreensão das ideias centrais das discussões desenvolvidas durante a SEI, sobre a relação entre o conhecimento químico e uso do glifosato, como destacado no Quadro 60 anteriormente apresentado.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Consideramos que a estudante manifesta evolução conceitual em relação à construção de argumentos científicos informados e, também, em relação às ideias centrais do tema discutido.

Isso porque a estudante seleciona recortes dos materiais didáticos disponibilizados de forma coerente e consegue apresentar informações que dão suporte ao seu posicionamento.

O Quadro 63 destaca o excerto em que a estudante seleciona um recorte do material disponibilizado, o qual apresenta informações sobre as características químicas do glifosato.

Quadro 63 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pela estudante B.

O uso do Roundup® pode ser feito, mas com moderação. Suas propriedades químicas, físico-químicas e bioquímicas, proporcionam alta eficiência como herbicida, ele possui também uma alta solubilidade o que facilita sua aplicação e absorção, ocasionando a morte das plantas.

Fonte: Da autora (2022).

Esse recorte permite a inferência de que a estudante compreende as ideias gerais sobre as discussões entre as características químicas do glifosato influenciar o contexto de ser o herbicida mais consumido no mundo, justificando a identificação da dimensão Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico.

Já para a manifestação da dimensão Aspectos Afetivos, consideramos que a estudante B demonstra interesse e envolvimento com a construção do segundo argumento, que buscou relacionar de forma coerente às informações apresentadas no argumento e que resolveu a situação problema apresentada a ela.

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

Consideramos que a estudante B manifesta na construção de seu segundo argumento habilidades cognitivas de nível N3.

Apesar do argumento ter sido construído com recortes de informações, e não expressar a autoria própria da estudante é possível identificar a manifestação de habilidades de:

- a) reconhecer a situação problemática relacionada à construção de um argumento evidenciando seu posicionamento contra ou a favor ao uso do agrotóxico Roundup®;
- b) identificar e estabelecer a seleção de informações em detrimento de outras, como por exemplo, selecionar informações sobre: a alta eficiência e alta solubilidade do glifosato; intensidade de consumo de agrotóxicos por municípios e extensão de propriedades brasileiras; expansão do plantio da soja e a resistência desenvolvida por plantas, como fatores contribuintes para o aumento do consumo do Roundup®; impactos ambientais negativos devido ao consumo do Roundup®;
- c) identificar variáveis que se relacionam com o agrotóxico Roundup®, por distintos aspectos, como por exemplo: propriedades químicas, físico-químicas e bioquímicas influenciando a ação herbicida desse agrotóxico; a relação entre a extensão das propriedades e o consumo de agrotóxicos; a expansão da soja transgênica como fator para aumento do consumo do glifosato; a resistência de plantas ao glifosato, também

como fator para o aumento de seu consumo; meio ambiente como consequências negativas do consumo desse agrotóxico. Entretanto, a estudante B não justifica as relações entre as variáveis identificadas, não apresenta evidências sobre essas variáveis, o que sugere possíveis incompreensões sobre os conceitos dessas variáveis e das relações entre essas e o consumo desse agrotóxico;

- d) explicar a resolução do problema a partir do material didático disponibilizado e das discussões desenvolvidas durante o desenvolvimento da SEI.

Consideramos ainda que a estudante manifesta habilidades cognitivas de ordem superior em relação ao primeiro argumento, no qual manifestou habilidades de nível N2.

Entretanto, identificamos ainda, incompreensões conceituais sobre a construção de argumentos científicos, e também, sobre os conteúdos químicos discutidos, uma vez que, a estudante não busca explicar a resolução da situação problema por meio dos conteúdos discutidos.

Identificamos também a ausência no aprofundamento de justificativas das informações apresentadas por ela.

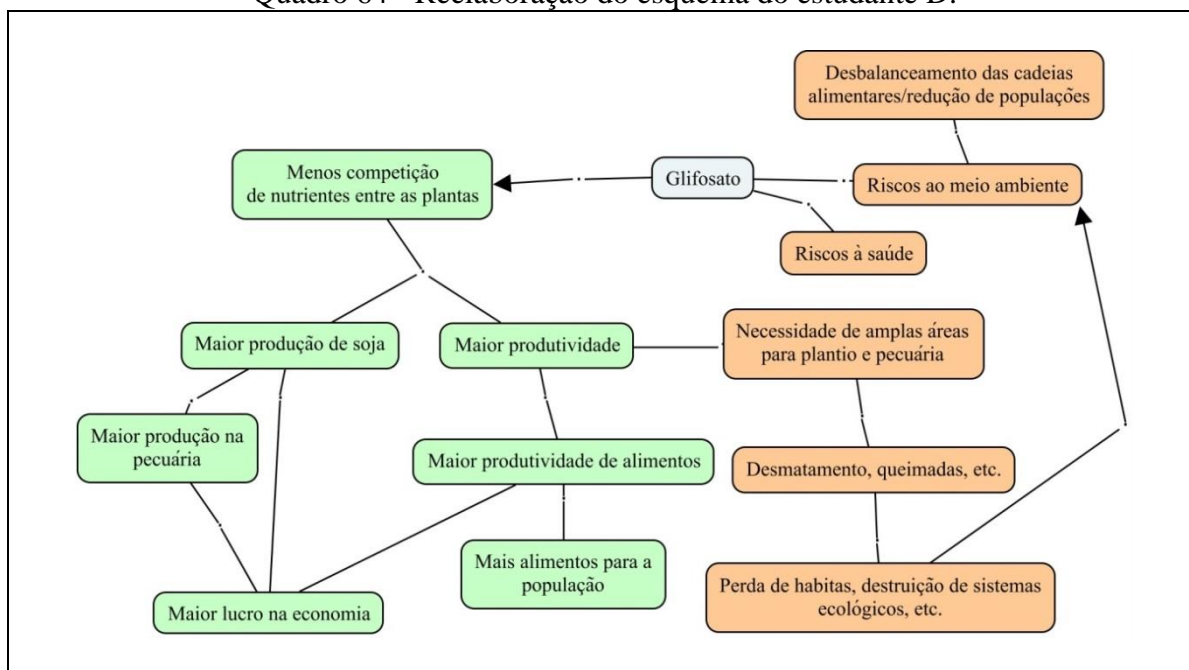
Estudante D.

Ao iniciarmos a discussão sobre o segundo argumento construído pelo estudante D, consideramos importante destacar duas situações ocorridas durante a construção desse argumento, que inferimos ter influenciado de forma profícua esse segundo argumento do estudante D.

Como mencionado anteriormente, o estudante D era o único participante da aula em que foi construído o segundo argumento individual na turma da manhã, e por isso, ele teve tempo e espaço para elaborar um esquema no qual organizou as ideias, evidências e conceitos que queria abordar em seu argumento.

O esquema elaborado pelo estudante é apresentado no Quadro 64 a seguir.

Quadro 64 - Reelaboração do esquema do estudante D.



Fonte: Da autora (2022).

Durante a construção do argumento, o estudante D voltava a sua atenção para esse esquema, verificando se estava contemplando as ideias e conceitos inseridos no esquema.

A outra situação que merece destaque foi à mediação desenvolvida pela pesquisadora, que teve a oportunidade de discutir e auxiliar o estudante na organização e sistematização de suas ideias e raciocínios, por meio da solicitação de justificativas para cada ideia e raciocínio apresentado pelo estudante D, assim como, também, elaborando questionamentos e solicitando justificativas sobre a manifestação dos elementos epistêmicos.

Apresentamos a seguir, no Quadro 65 o segundo argumento escrito construído pelo estudante D.

Quadro 65 - Segundo argumento construído pelo estudante D (Continua).

Estudante D
Argumento 2

O consumo do agrotóxico herbicida Glifosato traz muitos benefícios, porém contém também seus pontos negativos em seu uso.

Devido à sua forma molecular muito parecida à de um substrato presente no cloroplasto, ele é capaz de “substituir” esse substrato, enganando a planta a qual foi aplicado, causando assim sua destruição. Pela sua eficácia se dar pelo seu impacto no cloroplasto, presente em todas as plantas, ele se torna um agrotóxico não seletivo, podendo assim, ser usado em qualquer planta e destruí-la. Algumas plantas adquiriram resistência ao glifosato, porém, devido à sua alta solubilidade, o glifosato pode ser combinado com outros agrotóxicos compatíveis com o mesmo para assim destruir essas plantas que adquiriram resistência. É através dessa alta capacidade enquanto herbicida, que ele gera maior lucro na produtividade, pois ao matar plantas não desejadas nas plantações ele evita a competição de nutrientes entre as plantas, gerando maior produção impactando assim na economia de forma que teremos mais rações para a pecuária [vista que a mesma é feita geralmente de soja, planta que foi capaz de ser modificada (para soja transgênica) para se tornar resistente ao glifosato] e também maior produção de alimentos gerando assim maior lucro na economia e também maior produtividade de alimentos para a população.

Quadro 65 - Segundo argumento construído pelo estudante D (Conclusão).

Entretanto, devido à toda essa produtividade, é exigido maiores áreas para plantações e pecuária, gerando assim maior desmatamento e consequentemente causando perda de habitats, destruição de sistemas ecológicos, entre outros prejuízos à natureza. Outro ponto negativo a se destacar, seriam os riscos que esse agrotóxico traz à saúde humana trazendo tanto várias doenças agudas como crônicas, podendo documentar aqui o câncer linfoma não-hodgkin, causado pela alta exposição aos agrotóxicos. Por se tratar de um agrotóxico não seletivo e ser assim capaz de destruir diversas plantas ele acaba interferindo em cadeias alimentares, destruindo os produtores e consequentemente, desbalanceando a cadeia alimentar inteira ao reduzir o número de alimentos que o consumidor primário irá consumir, reduzindo sua população e fazendo com que isso se torne uma bola de neve tornando menor o número de outras populações de animais, como o caso de uma espécie de sapo da região de Houston, que entrou em perigo de extinção após a destruição de seu habitat pelo glifosato. Esse agrotóxico também apresenta alta toxicidade para fungos e bactérias, podendo também ter efeitos adversos em alguns invertebrados do solo. Ele também pode ser letal para animais marinhos, sendo levado à ecossistemas aquáticos através da lixiviação, escoamento ou pelo transporte por ação do vento no momento da pulverização.

Sendo assim, o glifosato apesar de seus diversos efeitos negativos para a natureza e a saúde humana, ele possui um alto benefício na economia e na alimentação dos seres humanos (em relação ao número de alimentos produzidos). Possivelmente a melhor forma de tornar seu uso menos negativo, seria encontrando outras formas de trazer o benefício que ele traz ou reduzindo o número de prejuízos que ele causa, procurando formas de tornar ele menos tóxico para os animais, criando áreas próprias para o plantio para assim reduzir o número de desmatamentos, entre outras coisas. Utilizar máquinas e robôs durante a aplicação do glifosato seria uma boa solução para evitar os problemas de toxicidade com as pessoas que trabalham com o agrotóxico, porém isso causaria problemas econômicos, visto que causaria perda de empregos pela substituição da mão de obra humana pela tecnologia. Portanto, não seria uma solução tão viável economicamente falando, problema que poderia ser resolvido caso o uso dessas máquinas gerassem mais empregos, surgindo assim mais um problema que seria o conhecimento maior e mais necessário à respeito dessas máquinas gerando de qualquer forma perda de empregos, visto que muitos dos agricultores aprenderam agricultura com seus parentes em fazendas ou locais próprios, ou seja, não possuíam o conhecimento necessários para a utilização de métodos agrários tecnológicos e, com isso, numa possível viralização dessas formas tecnológicas, a agricultura conhecida por esses agricultores poderia ficar “fora de moda”, causando prejuízos econômicos para eles (além dessas máquinas serem muito caras).

Nesse argumento foi documentado como um dos prejuízos o possível câncer linfoma não-hodgkin devido à alta exposição ao agrotóxico, porém ainda tendo ciência de que outras doenças e enfermidades podem ser causados pelo glifosato e também outros prejuízos da pecuária com o uso do glifosato, que não foram documentados por não ser o objetivo central do argumento, que é apresentar os pontos positivos e negativos do uso do agrotóxico herbicida glifosato.

Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
C.C U.EV. DESC.EXPL.ALT. DOC.LIM.	ACM	CON.CONT.CIENT. QUÍM. QUÍM.CONT. HAB.APR.ORD.SUP. ASP.AFET.	N4

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Após as análises identificamos na escrita do segundo argumento do estudante D, a manifestação de todos os elementos epistêmicos.

Identificamos que o elemento coerência causal é manifestado em diversos excertos desse argumento, portanto, apresentamos a seguir no Quadro 66, os excertos e as relações de causa e efeito manifestadas.

Quadro 66 - Relações causais construídas pelo estudante D.

Excerto	Descrição	Causa	Efeito
1	Devido à sua forma molecular parecida com um substrato presente no cloroplasto, ele é capaz de “substituir” esse substrato, enganando a planta a qual foi aplicado causando assim sua destruição.	Fórmula molecular do glifosato semelhante ao substrato presente no cloroplasto. Enganar a planta.	Substitui o substrato enganando a planta. Causa a destruição da planta.
2	Pela sua eficácia se dar pelo seu impacto no cloroplasto, presente em todas as plantas, ele se torna um agrotóxico não seletivo, podendo assim, ser usado em qualquer planta e destruí-la.	Glifosato ser eficaz no impacto causado no cloroplasto.	Se tornar um agrotóxico não seletivo.
3	Algumas plantas adquiriram resistência ao glifosato, porém, devido à sua alta solubilidade, o glifosato pode ser combinado com outros agrotóxicos compatíveis com o mesmo para assim destruir essas plantas que adquiriram resistência.	Alta solubilidade do glifosato.	Permitir a combinação desse agrotóxico com outros agrotóxicos compatíveis para destruir as plantas que adquiriram resistência ao glifosato.
4	É através dessa alta capacidade enquanto herbicida, que ele gera maior lucro na produtividade, pois ao matar plantas não desejadas nas plantações ele evita a competição de nutrientes entre as plantas, gerando maior produção impactando assim na economia de forma que teremos mais rações para a pecuária [vista que a mesma é feita geralmente de soja, planta que foi capaz de ser modificada (para soja transgênica) para se tornar resistente ao glifosato] e também maior produção de alimentos gerando assim maior lucro na economia e também maior produtividade de alimentos para a população	Alta capacidade enquanto herbicida.	Gerar maior lucro na produtividade. Porque mata plantas indesejadas. Evita competição por nutrientes. Gera maior produção. Impacta a economia. Aumenta a produção de ração para a pecuária. Aumentando a produção de alimentos.

Fonte: Da autora (2022).

No excerto 2 apresentado no Quadro 66, identificamos que a relação causal construída pelo estudante, apresenta compreensão equivocada quanto à não seletividade do glifosato,

uma vez que esse agrotóxico não se torna não seletivo devido ao seu impacto eficaz no cloroplasto das plantas, como apresenta o estudante.

A característica desse agrotóxico de ser não seletivo, não é consequência do impacto provocado nas plantas, pelo contrário, por ser um agrotóxico não seletivo, é que consegue a atuação como um eficiente herbicida em um largo espectro de plantas.

No excerto 3, consideramos que, apesar de o estudante D não aprofundar as explicações de como ou de que maneiras as plantas desenvolvem resistência ao glifosato, e também de não citar exemplos de agrotóxicos compatíveis com o glifosato, é possível identificar a manifestação do elemento epistêmico coerência causal, na relação de causa e efeito apresentado no Quadro 66.

No excerto 4, identificamos uma relação causal bem estruturada pelo estudante, que de acordo com a descrição desse elemento, podemos identificar que o estudante consegue manifestar, por meio da escrita, a relação de A (Gerar maior lucro na produtividade) que causa B (Porque mata plantas indesejadas) que causa C (Evita competição por nutrientes) que causa D (Gera maior produção) que causa E (Impacta a economia) que causa F (Aumenta a produção de ração para a pecuária) que causa G (Aumentando a produção de alimentos), que dão suporte para justificar a afirmação do estudante: “é através dessa alta solubilidade”.

Ainda sobre as relações causais apresentadas no segundo argumento do estudante D, consideramos que no segundo parágrafo do argumento, ele discute os impactos negativos sobre o consumo do agrotóxico glifosato. Nesse parágrafo também é possível identificar a elaboração de relações causais, como apresentado no Quadro 67 a seguir.

Quadro 67 - Relações causais construídas pelo estudante D (Continua).

Excerto	Descrição	Causa	Efeito
5	Entretanto, devido à toda essa produtividade, é exigido maiores áreas para plantações e pecuária, gerando assim maior desmatamento, e conseqüentemente causando perda de habitats, destruição de sistemas ecológicos, entre outros prejuízos à natureza.	Alta produtividade de plantações e pecuária.	Exige maiores áreas para plantações e pecuária. Gera maior desmatamento. Perda de habitats. Destruição de sistemas ecológicos.
6	Outro ponto negativo a se destacar, seriam os riscos que esse agrotóxico traz à saúde humana trazendo tanto várias doenças agudas como crônicas, podendo documentar aqui o câncer linfoma não-hodgkin, causado pela alta exposição aos agrotóxicos.	Alta exposição ao agrotóxico.	Provocando doenças agudas e crônicas. Linfoma não-Hodgkin.

Quadro 67 - Relações causais construídas pelo estudante D (Conclusão).

7	Por se tratar de um agrotóxico não seletivo e ser assim capaz de destruir diversas plantas ele acaba interferindo em cadeias alimentares, destruindo os produtores e consequentemente, desbalanceando a cadeia alimentar inteira ao reduzir o número de alimentos que o consumidor primário irá consumir, reduzindo sua população e fazendo com que isso se torne uma bola de neve tornando menor o número de outras populações de animais, como o caso de uma espécie de sapo da região de Houston, que entrou em perigo de extinção após a destruição de seu habitat pelo glifosato.	Ser um agrotóxico não seletivo (A).	Ser capaz de destruir diversas plantas (B). Interfere na cadeia alimentar (C). Destrói os produtores(D). “Desbalanceando” a cadeia alimentar (E). Reduz o número de alimentos do consumidor primário (F). Que interfere em outras populações de animais (G). Provocando perigo de extinção a uma espécie de sapo na região de Houston (H).
---	--	-------------------------------------	--

Fonte: Da autora (2022).

Assim como discutido anteriormente sobre o excerto 4 desse argumento, identificamos no excerto 7 (apresentado no Quadro 67), que o estudante D também apresenta uma relação de causa e efeito muito bem estruturada na qual, ele consegue apresentar uma relação de A (Ser um agrotóxico não seletivo) que causa B (Ser capaz de destruir diversas plantas) que causa C (Interfere na cadeia alimentar) que causa D (Destrói os produtores) e, assim por diante, para suportar a afirmação: “Por se tratar de um agrotóxico não seletivo”.

Sobre a manifestação do elemento epistêmico coerência causal na construção do primeiro e segundo argumento do estudante D, consideramos que o estudante apresenta evolução em sua escrita e, também, nas relações de causa e efeito manifestadas. Isso porque, na construção do primeiro argumento, o estudante D manifesta esse elemento epistêmico, porém, como discutido anteriormente, era uma relação de causa e efeito orientada por senso comum.

Já na construção do segundo argumento, o estudante D constrói relações de causa e efeito mais bem estruturadas e, a partir do uso de evidências e dos conceitos e temas discutidos durante o desenvolvimento da SEI, justificando, assim, a inferência sobre a evolução conceitual e de escrita do estudante D.

Sobre o elemento epistêmico uso de evidências, o estudante D manifesta esse elemento abordando e discutindo evidências relacionadas a distintos contextos, sendo que, em alguns excertos, o estudante aprofunda a discussão das evidências e, em outros, apenas às apresentam.

Consideramos que o estudante apresenta um quantitativo significativo de evidências na construção de seu argumento. Ainda, o estudante aborda e discute evidências de distintos contextos, como por exemplo, evidências químicas e bioquímicas sobre a ação do glifosato,

evidências de impacto à saúde, evidências de impactos ambientais, impactos à economia e impactos à população.

Mais uma vez, inferimos evolução conceitual do estudante D, uma vez que esse elemento epistêmico não foi manifestado na construção de seu primeiro argumento, sendo manifestada no segundo argumento, de maneira bem estruturada, coesa e ampla no sentido de abordar evidências de contextos distintos.

Destacamos no Quadro 68 a seguir as evidências identificadas na construção desse segundo argumento.

Quadro 68 - Evidências selecionadas pelo estudante D.

Evidências	Transcrição
1	Forma molecular do glifosato
2	Substrato presente no cloroplasto
3	Acarretando a morte da planta
4	Não seletivo
5	Plantas que adquirem resistência
6	Alta solubilidade do glifosato
7	Combinação de agrotóxicos compatíveis com o glifosato
8	Ação herbicida
9	Lucro na produtividade
10	Impactos positivos na economia
11	Ração para a pecuária
12	Soja, soja transgênica, modificação da soja transgênica
13	Desmatamento
14	Perda de habitats e sistemas ecológicos
15	Linfoma não-hodgkin
16	Consequências negativas na cadeia alimentar, redução de populações, sapo de Houston
17	Contaminação de ambientes aquáticos
18	Pulverização como modo de aplicação desse agrotóxico

Fonte: Da autora (2022).

O elemento epistêmico descarte de explicações alternativas também foi manifestado na escrita do estudante, como destacamos o excerto no Quadro 69 a seguir.

Quadro 69 - Excerto sobre a manifestação do elemento epistêmico Descartar Explicações Alternativas pelo estudante D.

Utilizar máquinas e robôs durante a aplicação do glifosato seria uma boa solução para evitar os problemas de toxicidade com as pessoas que trabalham com o agrotóxico, porém isso causaria problemas econômicos, visto que causaria perda de empregos pela substituição da mão de obra humana pela tecnologia. Portanto, não seria uma solução tão viável economicamente falando, problema que poderia ser resolvido caso o uso dessas máquinas gerassem mais empregos, surgindo assim mais um problema que seria o conhecimento maior e mais necessário à respeito dessas máquinas gerando de qualquer forma perda de empregos, visto que muitos dos agricultores aprenderam agricultura com seus parentes em fazendas ou locais próprios, ou seja, não possuíram o conhecimento necessários para a utilização de métodos agrários tecnológicos e, com isso, numa possível viralização dessas formas tecnológicas, a agricultura conhecida por esses agricultores poderia ficar “fora de moda”, causando prejuízos econômicos para eles (além dessas máquinas serem muito caras).

Fonte: Da autora (2022).

Ressaltamos que o excerto do Quadro 69 anteriormente apresentado, foi uma hipótese na qual o estudante e a pesquisadora tiveram a oportunidade de discutir com profundidade. Durante as discussões a pesquisadora pôde dialogar com o estudante D, sobre a hipótese de propor máquinas e robôs para minimizar os danos à saúde provocados pelo uso do glifosato, por meio de questionamentos visando compreender melhor o raciocínio apresentado por ele.

Essa mediação dialogada possibilitou que o estudante D organizasse e sistematizasse suas ideias, resultando na desistência do estudante em construir um argumento estruturado por essa hipótese.

A mediação da pesquisadora auxiliou também o estudante D, na compreensão de que essa hipótese não precisava ser excluída do argumento, podendo ser apresentada como uma alternativa considerada por ele, porém descartada como hipótese em detrimento de uma hipótese melhor para o suporte de seu argumento, manifestando assim, o elemento epistêmico descartar explicações alternativas.

Inferimos que uma justificativa para a manifestação desse elemento epistêmico foi à mediação desenvolvida pela pesquisadora. Retomando um aspecto metodológico da pesquisadora durante a construção desse argumento, destacamos que a pesquisadora dialogou com o estudante sobre o elemento epistêmico descartar explicações alternativas, lembrando o estudante sobre as ideias e raciocínios que ele havia apresentado e discutido durante todo o desenvolvimento da SEI, visando dessa forma, contextualizar a explicação desse elemento epistêmico e de sua função estrutural no argumento.

Resultando assim, na escolha do estudante em apresentar, no seu argumento, a explicação alternativa descrita na Figura 69, anteriormente apresentada.

Consideramos ainda que para o estudante compreender esse elemento epistêmico, foram necessárias muitas discussões e explicações, o que demonstrou ser um elemento que exige cognitivamente mais dos estudantes.

O elemento epistêmico documentar limitações do argumento, também foi manifestado pelo estudante D, como apresentado no Quadro 70 a seguir.

Quadro 70 - Excerto sobre a manifestação do elemento epistêmico Documentar Explicações Alternativas pelo estudante D.

Nesse argumento foi documentado como um dos prejuízos o possível câncer linfoma não-hodgkin devido à alta exposição ao agrotóxico, porém ainda tendo ciência de que outras doenças e enfermidades podem ser causados pelo glifosato e, também, outros prejuízos da pecuária com o uso do glifosato, que não foram documentados por não ser o objetivo central do argumento, que é apresentar os pontos positivos e negativos do uso do agrotóxico herbicida glifosato.

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos que, assim como discutido anteriormente sobre o elemento epistêmico descartar explicações alternativas, foram necessárias muitas discussões e explicações sobre esse elemento epistêmico.

As discussões com o estudante D sobre esses dois últimos elementos demonstraram ser elementos de maior exigência cognitiva para serem manifestados na escrita dos argumentos.

Como considerado anteriormente, inferimos que a mediação da pesquisadora contribuiu para a manifestação desses dois elementos no segundo argumento do estudante D.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Após as análises e discussões, inferimos que o estudante D, manifesta habilidades de Alfabetização Científica Multidimensional no segundo argumento construído, uma vez que identificamos que ele apresenta compreensão dos conceitos e temas científicos discutidos durante o desenvolvimento da SEI, e que ele consegue elaborar conexões coerentes entre os conhecimentos científico das disciplinas de Química e Biologia e, também, entre os conhecimentos científicos relacionados aos agrotóxicos, mas, também, elabora conexões com aspectos tecnológicos, ambientais e sociais.

Destacamos no Quadro 71, a seguir, o excerto no qual identificamos a elaboração de conexões entre conhecimentos e termos científicos químicos, bioquímicos e específicos do contexto dos agrotóxicos.

Quadro 71 - Excerto sobre as relações entre conceitos científicos elaboradas pelo estudante D.

Devido à sua forma molecular muito parecida à de um substrato presente no cloroplasto, ele é capaz de “substituir” esse substrato, enganando a planta a qual foi aplicado, causando assim sua destruição. Pela sua eficácia se dar pelo seu impacto no cloroplasto, presente em todas as plantas, ele se torna um agrotóxico não seletivo, podendo assim, ser usado em qualquer planta e destruí-la. Algumas plantas adquiriram resistência ao glifosato, porém, devido à sua alta solubilidade, o glifosato pode ser combinado com outros agrotóxicos compatíveis com o mesmo para assim destruir essas plantas que adquiriram resistência.

Fonte: Da autora (2022).

De acordo com o excerto apresentado anteriormente no Quadro 71, consideramos termos científicos os destacados no Quadro 72 a seguir.

Quadro 72 - Classificação dos termos científicos selecionados pelo estudante D.

Termo	Classificação
Forma molecular	Químico
Substrato	Bioquímico
Cloroplasto	Bioquímico
Agrotóxico não seletivo	Específico dos agrotóxicos
Alta solubilidade	Químico

Fonte: Da autora (2022).

Ainda sobre a discussão da manifestação de habilidade de elaborar conexões entre as disciplinas, apresentamos no Quadro 73, outro excerto no qual identificamos a conexão entre o contexto específico dos agrotóxicos e os conhecimentos da disciplina de Biologia. Ressaltamos que discussões sobre os impactos sobre a cadeia alimentar não foram desenvolvidas durante a SEI.

Quadro 73 - Excerto sobre a relação com a disciplina de Biologia.

Por se tratar de um agrotóxico não seletivo e ser assim capaz de destruir diversas plantas ele acaba interferindo em cadeias alimentares, destruindo os produtores e conseqüentemente, desbalanceando a cadeia alimentar inteira ao reduzir o número de alimentos que o consumidor primário irá consumir, reduzindo sua população e fazendo com que isso se torne uma bola de neve tornando menor o número de outras populações de animais, como o caso de uma espécie de sapo da região de Houston, que entrou em perigo de extinção após a destruição de seu habitat pelo glifosato.

Fonte: Da autora (2022).

Identificamos, também, que o estudante elabora essas conexões entre o tema discutido e aspectos tecnológicos quando apresenta que seria uma possibilidade, a utilização de máquinas e robôs para a aplicação do glifosato, visando dessa forma, minimizar os danos à saúde, excerto destacado no Quadro 74 a seguir.

Quadro 74 - Relação com aspectos tecnológicos.

Utilizar máquinas e robôs durante a aplicação do glifosato seria uma boa solução para evitar os problemas de toxicidade com as pessoas que trabalham com o agrotóxico [...].

Fonte: Da autora (2022).

Identificamos, também, que o estudante aborda a discussão para as questões ambientais e sociais, como destacado no Quadro 75.

Quadro 75 - Relação com questões ambientais e sociais.

Entretanto, devido à toda essa produtividade, é exigido maiores áreas para plantações e pecuária, gerando assim maior desmatamento e consequentemente causando perda de habitats, destruição de sistemas ecológicos, entre outros prejuízos à natureza. Outro ponto negativo a se destacar, seriam os riscos que esse agrotóxico traz à saúde humana trazendo tanto várias doenças agudas como crônicas, podendo documentar aqui o câncer linfoma não-hodgkin, causado pela alta exposição aos agrotóxico.

Fonte: Da autora (2022).

A partir do excerto apresentado no Quadro 75, é possível identificar que o estudante elabora conexões sociais quando discute os impactos na saúde e sugere uma alternativa para minimizá-los, mas também quando discute os impactos na produção de alimentos favorecendo o fornecimento de alimentos à população e a economia do país.

Consideramos ainda sobre a manifestação de habilidades de Alfabetização Científica Multidimensional, na construção do segundo argumento do estudante D, que as dimensões filosóficas e históricas da ciência, não foram manifestadas pelo estudante. Entretanto, não foram oportunizadas condições para a construção do conhecimento nessas dimensões, uma vez que, durante a elaboração e desenvolvimento da SEI, a pesquisadora não direcionou atenção para a proposição de atividades e discussões sobre aspectos filosóficos e históricos do tema discutido.

Nesse sentido consideramos que o estudante D, manifesta as habilidades de nível de Alfabetização Científica Multidimensional, uma vez que, manifesta em seu segundo argumento todas as habilidades dos demais níveis de AC, e ainda consegue manifestar as habilidades do nível de ACM que lhe foram oportunizadas para serem manifestadas, de modo que, como discutido anteriormente, o estudante D não manifestou apenas as habilidades nas quais não tiveram aspectos discutidos durante o desenvolvimento da SEI, que foram os aspectos históricos e filosóficos sobre o glifosato.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Após as análises, consideramos que o estudante D manifesta em seu segundo argumento, todas as dimensões de Alfabetização Química.

A manifestação da dimensão Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico está quando o estudante vale-se dos termos: “Glifosato”; “forma molecular”; “substrato” e “cloroplasto” para explicar o fenômeno macroscópico das plantas morrerem após a aplicação do glifosato, permitindo a inferência a partir da nossa interpretação sobre a leitura do argumento escrito pelo estudante D que ele, demonstra alguma compreensão submicroscópica da atuação da substância glifosato na inibição enzimática das plantas que foi discutido com os

estudantes durante o desenvolvimento da SEI. Nesse sentido, destacamos no Quadro 76, o excerto no qual identificamos as habilidades dessa dimensão.

Quadro 76 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pelo estudante D.

Devido à sua forma molecular muito parecida à de um substrato presente no cloroplasto, ele é capaz de “substituir” esse substrato, enganando a planta a qual foi aplicado, causando assim sua destruição. Pela sua eficácia se dar pelo seu impacto no cloroplasto, presente em todas as plantas, ele se torna um agrotóxico não seletivo, podendo assim, ser usado em qualquer planta e destruí-la.

Fonte: Da autora (2022).

Sobre a manifestação de habilidades da dimensão Química no Contexto, consideramos importante ressaltar uma análise entre a manifestação dessas habilidades no primeiro e no segundo argumento construído pelo estudante D.

Em ambos os argumentos construídos pelo estudante D, ele manifesta habilidades dessa dimensão, entretanto, no primeiro argumento ele reconhece a importância do tema no cotidiano demonstrando conhecimento orientado por senso comum.

Já no segundo argumento o estudante manifesta habilidade em reconhecer a importância do tema no cotidiano, a partir da apresentação e discussão de seu posicionamento suportado por evidências e relações causais, permitindo assim a inferência de que o estudante reconhece a importância do conhecimento científico e químico discutido sobre a utilização do Roundup®, de modo que abordou esses conhecimentos na construção de seu argumento.

Nesse sentido, apresentamos no Quadro 77 a seguir, o excerto no qual identificamos a manifestação dessas habilidades.

Quadro 77 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pelo estudante D.

Algumas plantas adquiriram resistência ao glifosato, porém, devido à sua alta solubilidade, o glifosato pode ser combinado com outros agrotóxicos compatíveis com o mesmo para assim destruir essas plantas que adquiriram resistência. É através dessa alta capacidade enquanto herbicida, que ele gera maior lucro na produtividade, pois ao matar plantas não desejadas nas plantações ele evita a competição de nutrientes entre as plantas, gerando maior produção impactando assim na economia de forma que teremos mais rações para a pecuária [vista que a mesma é feita geralmente de soja, planta que foi capaz de ser modificada (para soja transgênica) para se tornar resistente ao glifosato] e também maior produção de alimentos gerando assim maior lucro na economia e também maior produtividade de alimentos para a população.

Entretanto, devido à toda essa produtividade, é exigido maiores áreas para plantações e pecuária, gerando assim maior desmatamento e conseqüentemente causando perda de habitats, destruição de sistemas ecológicos, entre outros prejuízos à natureza. Outro ponto negativo a se destacar, seriam os riscos que esse agrotóxico traz à saúde humana trazendo tanto várias doenças agudas como crônicas, podendo documentar aqui o câncer linfoma não-hodgkin, causado pela alta exposição aos agrotóxicos.

Fonte: Da autora (2022).

A dimensão Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior foi manifestada em diversos excertos do segundo argumento do estudante D.

Inferimos que a manifestação de habilidades dessa dimensão relaciona-se diretamente com a manifestação dos elementos epistêmicos coerência causal e uso de evidências, uma vez

que para manifestar esses elementos, o estudante deve conseguir realizar questionamentos, procurar e selecionar as evidências apresentadas no argumento bem como também, as relações causais entre as evidências.

É importante também que o estudante consiga interpretar as informações e evidências para que, então, possa inseri-las de forma coerente para o suporte de seu posicionamento.

Essas habilidades são manifestadas no segundo argumento do estudante D, quando seleciona as evidências apresentadas anteriormente no Quadro 68, quando interpreta essas evidências e constrói relações de causa e efeito, também apresentadas anteriormente nos Quadros 66 e 67, mas também identificamos a manifestação dessa dimensão, quando o estudante apresenta o seu posicionamento sobre a utilização do glifosato, como destacado no Quadro 78 a seguir.

Quadro 78 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pelo estudante D.

O consumo do agrotóxico herbicida Glifosato traz muitos benefícios, porém contém também seus pontos negativos em seu uso.

Fonte: Da autora (2022).

Outro excerto que destaca o posicionamento do estudante é apresentado no Quadro 79.

Quadro 79 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pelo estudante D.

O objetivo central do argumento, que é apresentar os pontos positivos e negativos do uso do agrotóxico herbicida glifosato.

Fonte Da autora (2022).

Mas não só pelo posicionamento apresentado pelo estudante, mas sim, porque durante toda a construção desse argumento o estudante estabelece a discussão das consequências negativas e positivas da utilização do glifosato.

A manifestação das habilidades da dimensão Aspectos Afetivos também podem ser identificada no decorrer de todo o argumento do estudante D.

Inferimos que o estudante se envolveu e se interessou na construção desse argumento, uma vez que buscou relacionar os conhecimentos científicos discutidos, assim como também os impactos ambientais, econômicos e sociais, abordando o conhecimento científico discutido durante a SEI, buscando relacioná-los com o seu conhecimento construído em contextos distintos ao das discussões desenvolvidas durante as aulas, como destacado no Quadro 80 a seguir.

Quadro 80 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pelo estudante D.

Por se tratar de um agrotóxico não seletivo e ser assim capaz de destruir diversas plantas ele acaba interferindo em cadeias alimentares, destruindo os produtores e conseqüentemente, desbalanceando a cadeia alimentar inteira ao reduzir o número de alimentos que o consumidor primário irá consumir, reduzindo sua população e fazendo com que isso se torne uma bola de neve tornando menor o número de outras populações de animais.

Fonte: Da autora (2022).

Nesse excerto, o estudante relaciona o contexto das discussões sobre o glifosato ao seu conhecimento construído em outro contexto, uma vez que discute impactos negativos na cadeia alimentar causados pelo glifosato. Inferimos que o estudante aborda nesse excerto o conhecimento construído possivelmente na disciplina de Ciências e/ou de Biologia, anteriormente às discussões realizadas durante a SEI, uma vez que não foram discutidos os impactos do uso de agrotóxicos sobre cadeia alimentar.

Nesse sentido consideramos que o estudante relaciona seu conhecimento prévio com o tema da discussão de forma coerente.

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

Após as análises, categorizamos o segundo argumento do estudante D no nível cognitivo N4 perpassando habilidades de N5, uma vez que é possível identificar na escrita do estudante, a manifestação de habilidades de generalizar e discutir a situação problema proposta para outros contextos fora das discussões desenvolvidas durante a SEI, como destacado no Quadro 80, anteriormente apresentado e discutido.

A partir da leitura desse argumento, consideramos que o estudante D manifesta também em sua escrita, habilidades do nível cognitivo N3.

Isso porque o estudante seleciona informações relevantes para a construção de seu argumento, ao apresentar informações relacionadas entre si e que apresentam coerência no raciocínio e na organização das ideias, como por exemplo, ao selecionar informações sobre a fórmula molecular do glifosato capaz de substituir o substrato presente nos cloroplastos das plantas, para justificar a capacidade herbicida desse agrotóxico.

O estudante, manifesta também habilidades de avaliar e discutir as relações causais no decorrer do argumento (como apresentado na subseção Manifestação dos Elementos Epistêmicos).

Consideramos ainda que o estudante sugere soluções para o problema do consumo do glifosato, habilidade de nível cognitivo N4, como destacado pelo excerto apresentado no Quadro 81 a seguir.

Quadro 81 - Excerto sobre a manifestação de HC pelo estudante D.

Possivelmente a melhor forma de tornar seu uso menos negativo, seria encontrando outras formas de trazer o benefício que ele traz ou reduzindo o número de prejuízos que ele causa, procurando formas de tornar ele menos tóxico para os animais, criando áreas próprias para o plantio para assim reduzir o número de desmatamentos, entre outras coisas.
--

Fonte: Da autora (2022).

Identificamos também, a manifestação de habilidade de elaboração de hipótese em diversos momentos do argumento construído pelo estudante D.

Destacamos a seguir, o excerto no qual identificamos a manifestação dessa habilidade relacionada com a manifestação do elemento epistêmico descartar explicações alternativas. Identificamos também nesse mesmo excerto apresentado no Quadro 82, que o estudante busca elaborar e discutir uma hipótese para evitar os problemas de toxicidade de trabalhadores que lidam com o glifosato, justificando assim a inferência da manifestação de habilidades do nível cognitivo N5.

Quadro 82 - Excerto sobre a manifestação de HC pelo estudante D.

Utilizar máquinas e robôs durante a aplicação do glifosato seria uma boa solução para evitar os problemas de toxicidade com as pessoas que trabalham com o agrotóxico, porém isso causaria problemas econômicos, visto que causaria perda de empregos pela substituição da mão de obra humana pela tecnologia. Portanto, não seria uma solução tão viável economicamente falando, problema que poderia ser resolvido caso o uso dessas máquinas gerassem mais empregos, surgindo assim mais um problema que seria o conhecimento maior e mais necessário à respeito dessas máquinas gerando de qualquer forma perda de empregos, visto que muitos dos agricultores aprenderam agricultura com seus parentes em fazendas ou locais próprios, ou seja, não possuíam o conhecimento necessários para a utilização de métodos agrários tecnológicos e, com isso, numa possível viralização dessas formas tecnológicas, a agricultura conhecida por esses agricultores poderia ficar “fora de moda”, causando prejuízos econômicos para eles (além dessas máquinas serem muito caras).

Fonte: Da autora (2022).

Estudante Y.

Ao iniciar a discussão sobre o segundo argumento construído pela estudante Y, inferimos que a estudante constrói um argumento científico informado de acordo com os critérios pré-estabelecidos, uma vez que constrói seu argumento manifestando seu posicionamento e os elementos epistêmicos coerência causal, uso de evidências e descartar explicações alternativas.

Nesse sentido, apresentamos no Quadro 83, o segundo argumento construído pela estudante.

Quadro 83 - Segundo argumento construído pela estudante Y.

Estudante Y			
Argumento 2			
Um dos malefícios do roundup são seus diferentes tipos de intoxicação, a marginalização da agricultura familiar, perda da biodiversidade, em nos humanos tem grande risco de dar um linfoma Hodgkin (câncer), além de sem muito tóxico aos peixes.			
Por isso eu sou parcialmente contra o uso dele, mas acho que se utilizar uma roupa específica e tomar cuidado onde aplica o produto, eu sou a favor, pois ele é um herbicida não seletivo muito eficiente e não cobra imposto na hora de sua compra.			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
C.C U.EV. DESC.EXPL.ALT.	ACF/ACC	QUÍM. CONT. HAB. APR. ORD.SUP. ASP. AFET.	N3

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Após as análises, consideramos que a estudante Y demonstra evolução conceitual na escrita do argumento em relação ao primeiro argumento construído.

No primeiro argumento a estudante apresenta ações que desenvolveria para construir um argumento, já no segundo argumento, ela constrói um argumento científico, no qual manifesta os elementos epistêmicos, coerência causal, uso de evidências e descartar explicações alternativas.

Apresentamos no Quadro 84 o excerto no qual identificamos a manifestação dos elementos coerência causal e uso de evidências.

Quadro 84 - Relações causais construídas pela estudante Y e evidências selecionadas.

Excerto	Coerência Causal	Evidências
Um dos malefícios do roundup são seus diferentes tipos de intoxicação, a marginalização da agricultura familiar, perda da biodiversidade, em nos humanos tem grande risco de dar um linfoma Hodgkin (câncer), além de sem muito tóxico aos peixes.	Causa: malefícios do roundup. Efeitos: diferentes tipos de intoxicação; marginalização da agricultura familiar; perda da biodiversidade; risco do linfoma Hodgkin; tóxico para os peixes.	Intoxicação Marginalização da agricultura familiar Perda da biodiversidade Linfoma Hodgkin Tóxico para os peixes.

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos, a partir do excerto apresentado no Quadro 84 que a estudante manifesta os dois elementos epistêmicos relacionados entre si.

Ainda, a estudante constrói uma relação de causa e efeito simples, na qual A (malefícios do roundup) causa B (diferentes tipos de intoxicações), que causa C (marginalização da agricultura familiar) que causa D (perda da biodiversidade) que causa E

(risco do linfoma) que causa F (tóxico para peixes). Porém, a estudante não aprofunda a discussão e também não justifica como ou porque o Roundup® provoca esses malefícios.

As evidências apresentadas pela estudante Y foram discutidas durante o desenvolvimento da SEI.

Já a manifestação do elemento epistêmico descartar de explicações alternativas, foi identificado a partir do excerto apresentado no Quadro 85, a seguir.

Quadro 85 - Excerto sobre a manifestação do elemento epistêmico Desc. Expl. Alt.

<p>Por isso eu sou parcialmente contra o uso dele, mas acho que se utilizar uma roupa específica e tomar cuidado onde aplica o produto, eu sou a favor, pois ele é um herbicida não seletivo muito eficiente...</p>

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos que a estudante não elabora com profundidade a explicação alternativa considerada por ela, entretanto, é possível inferir que ela considera que a utilização do Roundup® é importante porque ele é um herbicida muito eficiente, porém, por causa dos danos causados por ele, destacados por ela no primeiro parágrafo de seu argumento, acaba considerando a alternativa de usar uma roupa específica para, possivelmente, diminuir os danos de intoxicação.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Consideramos que na construção do segundo argumento, a estudante Y manifesta habilidades de nível de Alfabetização Científica Funcional, perpassando algumas habilidades do nível de Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental.

Identificamos que a estudante busca apresentar evidências de distintos contextos impactados negativamente pelo uso do glifosato, demonstrando compreensão sobre os conteúdos científicos e químicos discutidos durante as aulas.

A estudante ainda demonstra reconhecer os distintos contextos impactados negativamente pelo uso do glifosato, e sugere uma alternativa para minimizar as intoxicações causadas pelo glifosato quando sugere a utilização de roupa específica.

Entretanto, a partir desse segundo argumento, é possível inferir que a estudante demonstra dificuldades conceituais e teóricas sobre os conteúdos discutidos e, também, não aprofunda a discussão e justificativa das evidências apresentadas, justificando assim a categorização no nível ACF.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Consideramos que a estudante manifesta habilidades das dimensões de Química no Contexto, Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior e também Aspectos Afetivos.

Inferimos que a estudante manifesta habilidades de reconhecer a importância do conhecimento científico e químico relacionado ao glifosato, quando busca discutir e apresentar os distintos contextos impactados pelo uso do glifosato, de modo que, apresenta impactos negativos na saúde (diferentes tipos de intoxicação e linfoma Hodgkin), impactos sociais (marginalização da agricultura familiar) e impactos no meio ambiente (perda da biodiversidade e toxicidade para os peixes), justificando assim a inferência sobre a manifestação de habilidades da dimensão Química no Contexto.

Já a manifestação de Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior, foi inferida a partir do excerto apresentado no Quadro 86, a seguir.

Quadro 86 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pela estudante Y.

Por isso eu sou parcialmente contra o uso dele, mas acho que se utilizar uma roupa específica e tomar cuidado onde aplica o produto, eu sou a favor, pois ele é um herbicida não seletivo muito eficiente.

Fonte: Da autora (2022).

A partir do excerto destacado anteriormente, consideramos que a estudante busca apresentar evidências negativas do uso do glifosato para o suporte de seu posicionamento, porém, considera que apesar dessas evidências, apresenta uma alternativa para a consequência da intoxicação, no caso, a utilização de uma roupa específica.

Por isso, inferimos que a estudante avalia os pontos negativos e positivos da discussão sobre a utilização do glifosato, demonstrando seu posicionamento.

Já a manifestação de habilidades da dimensão Aspectos Afetivos, foi inferida pelo envolvimento da estudante na construção de seu segundo argumento, no qual identificamos que ela demonstra interesse em resolver a situação problema apresentada e, ainda, que busca estruturar seu argumento considerando os elementos epistêmicos.

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

Consideramos que no segundo argumento construído pela estudante Y, foram manifestadas habilidades de nível cognitivo N3 perpassando algumas habilidades de N4, uma vez que é possível identificar, por meio da sua escrita, habilidades de selecionar as informações relevantes sobre o Roundup®, como destacado no Quadro 87 a seguir.

Quadro 87 - Informações selecionadas pela estudante Y.

Intoxicação; marginalização da agricultura familiar; perda da biodiversidade; linfoma Hodgkin; toxicidade para os peixes; roupa específica; tomar cuidados para aplicação do produto; herbicida seletivo muito eficiente, não cobra impostos.

Fonte: Da autora (2022).

Inferimos também, que a estudante avalia e apresenta evidências sobre o uso do Roundup® e suas consequências negativas em distintos contextos, quando busca discutir os malefícios do uso do Roundup®, como destacado no Quadro 88.

Quadro 88 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de HC pela estudante Y.

Diferentes tipos de intoxicação, a marginalização da agricultura familiar, perda da biodiversidade, em nos humanos tem grande risco de dar um linfoma Hodgkin (câncer), além de sem muito tóxico aos peixes.

Fonte: Da autora (2022).

Inferimos ainda, a partir da construção do segundo argumento da estudante Y, a manifestação de habilidade de sugerir solução para o problema discutido, excerto apresentado no Quadro 89.

Quadro 89 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de HC pela estudante Y.

Por isso eu sou parcialmente contra o uso dele, mas acho que se utilizar uma roupa específica e tomar cuidado onde aplica o produto, eu sou a favor, pois ele é um herbicida não seletivo muito eficiente.

Fonte: Da autora (2022).

Ainda sobre o excerto destacado anteriormente no Quadro 89, inferimos que essa habilidade em sugerir solução para o problema, é manifestada associada à manifestação do elemento epistêmico descartar explicações alternativas, uma vez que a estudante Y considera que, se “utilizar uma roupa específica e tomar cuidados onde aplica o produto” ela é a favor da utilização, permitindo a inferência sobre contrapor e avaliar o seu próprio posicionamento, apresentando uma explicação alternativa sobre o que discute em seu argumento.

Consideramos ainda que, as habilidades supracitadas são de nível cognitivo N4, e são manifestadas pela estudante de forma superficial, no sentido de não aprofundar nas discussões e nas análises apresentadas, de modo que pudesse, por exemplo, discutir de que maneiras ou ainda, citar exemplos de consequências da marginalização da agricultura familiar provocada pelo uso do Roundup®, apresentado no início de seu argumento.

Nesse sentido consideramos que apesar da estudante manifestar algumas habilidades de nível cognitivo N4, esse argumento é categorizado em nível N3, uma vez que a estudante não demonstra por meio da escrita a habilidade em elaborar hipótese, não manifestando assim, todas as habilidades requeridas do nível cognitivo N4. Ainda, a superficialidade na discussão da estudante, também é um fator que mantém esse argumento na categorização N3.

Estudante T

Ao iniciar a discussão sobre a construção do segundo argumento da estudante T, consideramos que ele é classificado como um argumento científico, por apresentar um posicionamento e os elementos epistêmicos coerência causal e uso de evidências, que são critérios pré-estabelecidos para essa classificação.

No Quadro 90, apresentamos o segundo argumento construído pela estudante T.

Quadro 90 - Segundo argumento construído pela estudante T.

Estudante T			
Argumento 2			
<p>O Roundup é um dos herbicidas mais utilizados no mundo, ele tem como objetivo matar ervas daninhas de plantações de alimentos como a soja, ele entra pelas folhas e se espalha fazendo com que se espalhe na erva daninha não desejada e as folhas secam e morre.</p> <p>Para matar ervas daninhas não desejadas ele impede que essas plantas não produzam algumas proteínas fundamentais para o crescimento. Normalmente o glifosato é utilizado perto de plantações de soja e milho para que essas ervas morram e o alimento fique com todas as coisas boas que o solo onde estão plantadas disponibiliza para que cresçam fortes e boas.</p> <p>Não concordo com o uso do glifosato pois pode causar irritabilidade dérmica e ocular que pode gerar problemas renais e hepáticas e muitas outras doenças, ele também pode causar perda na biodiversidade, tornando os ecossistemas mais vulneráveis à poluição e morte dos peixes, o solo em declive com a ajuda do escoamento da chuva e vento contamina os rios e assim contaminando os peixes, pode causar poluição do ar também pois o mato seco pega fogo fácil e se jogarem em um lugar onde passa muita gente alguém pode por fogo no mato seco causando poluição do ar.</p> <p>Por isso ele é um agrotóxico proibido para a venda.</p>			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
CC U.EV	ACC	CON.CONT.CIENT.QUÍM. QUÍM. CONT. ASP. AFET.	N3

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Destacamos no Quadro 91, o excerto desse argumento em que a estudante T manifesta seu posicionamento sobre o tema.

Quadro 91 - Excerto sobre o posicionamento da estudante T.

Não concordo com o uso do glifosato pois pode causar ...

Fonte: Da autora (2022).

Já a manifestação do elemento epistêmico coerência causal é identificada nos excertos destacados no Quadro 92 a seguir.

Quadro 92 - Relações causais construídas pela estudante T.

Excerto	Descrição	Causa	Efeito
1	Ele tem como objetivo matar ervas daninhas de plantações de alimentos como a soja, ele entra pelas folhas e se espalha fazendo com que se espalhe na erva daninha não desejada e as folhas secam e morre. Para matar ervas daninhas não desejadas ele impede que essas plantas não produzam algumas proteínas fundamentais para o crescimento. Normalmente o glifosato é utilizado perto de plantações de soja e milho para que essas ervas morram e o alimento fique com todas as coisas boas que o solo onde estão plantadas disponibiliza para que cresçam fortes e boas.	Matar ervas daninhas.	Entrar pelas folhas, se espalha. As folhas secam e morrem. Impede que as plantas produzam proteínas fundamentais para seu crescimento. Para que o alimento fique com as coisas boas do solo.
2	Pode causar poluição do ar também pois o mato seco pega fogo fácil e se jogarem em um lugar onde passa muita gente alguém pode por fogo no mato seco causando poluição do ar.	O mato seco pegar fogo.	Causando a poluição do ar.

Fonte: Da autora (2022).

No excerto 1, é possível identificar que a estudante constrói uma relação de causa e efeito, na qual consegue apresentar a relação de A (entrar pelas folhas, se espalha) que causa B (as folhas secam e morrem) que causa C (impede que as plantas produzam proteínas fundamentais para seu crescimento) que causa D (para que o alimento fique com as coisas boas do solo).

Já no excerto 2, identificamos uma relação causal menos estruturada de A (o mato seco pegar fogo) que causa B (causando a poluição do ar). A partir de ambos os excertos, inferimos compreensão desse elemento pela estudante, uma vez que, em seu primeiro argumento, não manifestou nenhum elemento epistêmico.

Sobre as evidências selecionadas pela estudante T, destacamos o excerto representado no Quadro 93.

Quadro 93 - Excerto sobre as evidências selecionadas pela estudante T.

Plantas não produzem proteínas fundamentais para o crescimento da planta.

Fonte: Da autora (2022).

Inferimos a partir do excerto destacado no Quadro 92, que quando a estudante aborda as “proteínas fundamentais para o crescimento da planta”, está selecionando uma evidência de conhecimento científico, que corresponde à inibição enzimática, da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato, provocada pelo glifosato. Esse conteúdo foi discutido durante o desenvolvimento da nona aula

No Quadro 94, destacamos outro excerto desse argumento, no qual outras evidências também foram apresentadas pela estudante.

Quadro 94 - Seleção de evidências pela estudante T.

Excerto	Evidências
Pois pode causar irritabilidade dérmica e ocular que pode gerar problemas renais e hepáticas e muitas outras doenças, ele também pode causar perda na biodiversidade, tornando os ecossistemas mais vulneráveis á poluição e morte dos peixes, o solo em declive com a ajuda do escoamento da chuva e vento contamina os rios e assim contaminando os peixes, pode causar poluição do ar também pois o mato seco pega fogo fácil e se jogarem em um lugar onde passa muita gente alguém pode por fogo no mato seco causando poluição do ar.	Irritabilidade dérmica
	Irritabilidade ocular
	Problemas hepáticos
	Contaminação de rios
	Contaminação de peixes
	Poluição do ar devido

Fonte: Da autora (2022).

No excerto apresentado no Quadro 94, identificamos que cinco, das seis evidências selecionadas pela estudante, (irritabilidade dérmica, irritabilidade ocular, problemas hepáticos, contaminação de rios, contaminação de peixes), foram conteúdos discutidos durante o desenvolvimento da SEI.

Nesse sentido, classificamos as evidências selecionadas pela estudante como sendo de conhecimento científico.

Consideramos que os demais elementos epistêmicos não foram manifestados na sua escrita, porém, mesmo que a estudante não tenha manifestado todos os elementos epistêmicos, inferimos que ela demonstra evolução conceitual e entendimento sobre a construção de argumentos científicos, uma vez que, esse segundo argumento é classificado como um argumento científico informado.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Após as análises, inferimos que a estudante T manifesta habilidades de nível de Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental.

Identificamos que a estudante manifesta habilidade de resolver a situação problema apresentada, uma vez que constrói um argumento científico.

Consideramos ainda, que ela manifesta habilidade em compreender as ideias centrais do conhecimento científico discutido durante a SEI e relaciona essas ideias com o conteúdo da disciplina de Biologia, como destacado no Quadro 95 a seguir.

Quadro 95 - Manifestação de habilidades de AC pela estudante T.

Para matar ervas daninhas não desejadas ele impede que essas plantas não produzam algumas proteínas fundamentais para o crescimento. Normalmente o glifosato é utilizado perto de plantações de soja e milho para que essas ervas morram e o alimento fique com todas as coisas boas que o solo onde estão plantadas disponibiliza para que cresçam fortes e boas.

Fonte: Da autora (2022).

A partir do excerto apresentado anteriormente, consideramos ainda que a estudante T demonstra compreensão ampla sobre os distintos contextos impactados pelo uso do glifosato. Isso porque ela aborda alguns problemas de saúde e impactos ambientais, extrapolando o contexto das discussões desenvolvidas durante a SEI, como apresentado no Quadro 96.

Quadro 96 - Manifestação de habilidades de AC pela estudante T.

Pode causar poluição do ar também pois o mato seco pega fogo fácil e se jogarem em um lugar onde passa muita gente alguém pode por fogo no mato seco causando poluição do ar.

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Após as análises consideramos que a estudante T, manifesta habilidades de Alfabetização Química das dimensões Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico, Química no Contexto e Aspectos Afetivos.

Identificamos habilidades da dimensão Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico no excerto apresentado no Quadro 97, a seguir.

Quadro 97- Manifestação de habilidades de AQ pela estudante T.

Ele entra pelas folhas e se espalha fazendo com que se espalhe na erva daninha não desejada e as folhas secam e morre.
Para matar ervas daninhas não desejadas ele impede que essas plantas não produzam algumas proteínas fundamentais para o crescimento.

Fonte: Da autora (2022).

Inferimos a partir desse excerto, que a estudante T demonstra compreensão sobre as ideias gerais do conhecimento científico sobre a inibição enzimática provocada pelo glifosato, discutida durante o desenvolvimento da nona aula. Ainda, a estudante manifesta habilidade de relacionar esse conhecimento com a forma de aplicação do glifosato.

A estudante busca explicar o fenômeno macroscópico das plantas morrerem após o glifosato entrar pelas folhas. A partir da nossa interpretação sobre essa escrita da estudante, inferimos que a estudante demonstra alguma compreensão submicroscópica, quando relaciona a morte das plantas com o impedimento da produção de proteínas fundamentais para o crescimento delas.

Sobre a manifestação de habilidades da dimensão Química no Contexto, consideramos que a estudante demonstra reconhecer a importância dos conteúdos científicos e químicos

discutidos durante a SEI, para o suporte de seu posicionamento, uma vez que, além de apresentar evidências sobre os impactos negativos do glifosato sobre a saúde e o meio ambiente, ela procura extrapolar o contexto das discussões desenvolvidas durante a SEI, apresentando a poluição do ambiente devido às queimadas da vegetação seca, na qual foi aplicado o glifosato, como destacado no Quadro 98 a seguir.

Quadro 98 - Manifestação de habilidades de AQ pela estudante T.

Não concordo com o uso do glifosato pois pode causar irritabilidade dérmica e ocular que pode gerar problemas renais e hepáticas e muitas outras doenças, ele também pode causar perda na biodiversidade, tornando os ecossistemas mais vulneráveis á poluição e morte dos peixes, o solo em declive com a ajuda do escorrimento da chuva e vento contamina os rios e assim contaminando os peixes, pode causar poluição do ar também pois o mato seco pega fogo fácil e se jogarem em um lugar onde passa muita gente alguém pode por fogo no mato seco causando poluição do ar.

Fonte: Da autora (2022).

A partir desse mesmo excerto, apresentado no Quadro 98, inferimos a manifestação de Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior, uma vez que a estudante desenvolve uma discussão sobre os impactos negativos da utilização do glifosato, apresentando evidências que dão suporte ao seu posicionamento.

Já a manifestação de habilidades da dimensão Aspectos Afetivos, foi inferida a partir da evolução conceitual e de escrita da estudante em relação ao primeiro argumento construído.

Consideramos que a estudante demonstra envolvimento e interesse na construção do argumento, de modo que busca relacionar os conteúdos científicos discutidos durante a SEI com os distintos contextos impactados pelo uso do glifosato, e ainda, busca relacionar e abordar em seu segundo argumento informações não discutidas durante a SEI, como a poluição do ar, devido às queimadas da vegetação seca, mediante a aplicação do glifosato.

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

Consideramos que na construção do segundo argumento a estudante T, manifesta habilidades cognitivas de nível N3.

Entretanto identificamos também a manifestação de algumas habilidades cognitivas de nível N4.

Nesse sentido, procuramos apresentar no Quadro 99, a relação entre os excertos do segundo argumento da estudante T e a identificação de habilidades cognitivas dos níveis N3 e N4.

Quadro 99 - Manifestação de habilidades de HC pela estudante T.

Excerto	Habilidade	Nível
Ele tem como objetivo matar ervas daninhas de plantações de alimentos como a soja, ele entra pelas folhas e se espalha fazendo com que se espalhe na erva daninha não desejada e as folhas secam e morre. Para matar ervas daninhas não desejadas ele impede que essas plantas não produza algumas proteínas fundamentais para o crescimento. Normalmente o glifosato é utilizado perto de plantações de soja e milho para que essas ervas morram e o alimento fique com todas as coisas boas que o solo onde estão plantadas disponibiliza para que cresçam fortes e boas.	Avalia e constrói relações causais Explica a ação do glifosato lembrando conceitos anteriormente discutidos.	N4 N3
Pois pode causar irritabilidade dérmica e ocular que pode gerar problemas renais e hepáticas e muitas outras doenças, ele também pode causar perda na biodiversidade, tornando os ecossistemas mais vulneráveis á poluição e morte dos peixes, o solo em declive com a ajuda do escoamento da chuva e vento contamina os rios e assim contaminando os peixes, pode causar poluição do ar também pois o mato seco pega fogo fácil e se jogarem em um lugar onde passa muita gente alguém pode por fogo no mato seco causando poluição do ar.	Identifica variáveis/evidências Seleciona informações/evidências relevantes	N3 N4

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos ainda, que não categorizamos o segundo argumento construído pela estudante T no nível cognitivo N4, porque não identificamos a partir da escrita da estudante a manifestação de todas as habilidades desse nível, uma vez que, a estudante não sugere possíveis soluções e/ou explicações alternativas para os impactos negativos causados pelo uso do glifosato discutidos pela estudante.

5.4 Segundo argumento coletivo.

Ao iniciar a discussão sobre a construção do segundo argumento coletivo, apresentamos algumas considerações para melhor compreensão sobre a construção desse argumento.

Para a construção do segundo argumento coletivo, solicitamos que o estudante D, participasse da construção desse argumento na turma da noite. Isso porque, ele foi o único estudante da turma da manhã que permaneceu participante das aulas. Fizemos essa solicitação ao estudante, porque consideramos que a partir das interações entre os pares algumas habilidades importantes para os processos da argumentação podem ser manifestadas, como por exemplo, o respeito pelo posicionamento do colega, discussões para alcançar um ponto de

consenso e, também, habilidades de refutações quando da ocorrência de posicionamentos distintos.

Consideramos ainda, que a pesquisadora desenvolveu uma mediação dialogada com os estudantes durante a construção desse segundo argumento coletivo. Durante a mediação, a pesquisadora solicitou justificativas das ideias, hipóteses e raciocínios apresentados pelos estudantes, e ainda, elaborou em diversos momentos da construção desse argumento, explicações sobre os elementos epistêmicos, buscando relacioná-los com as ideias apresentadas pelos estudantes.

Consideramos também que, durante a construção coletiva desse argumento, cada estudante elaborou suas considerações de modo individual e depois, foram discutindo e organizando suas contribuições para o argumento final.

Apresentamos no Quadro 100, a seguir, o segundo argumento escrito construído coletivamente pelas estudantes B, Y e T e pelo estudante D, e a categorização deste argumento.

Quadro 100 - Segundo argumento coletivo construído pela turma noturna.

Coletivo			
Argumento 2			
<p>Estudos nos mostram que o Roundup está muito espalhado pelo ambiente contaminando alimentos, atmosfera, solo e lençol freático; podendo causar também intoxicação humana mesmo quando consumido em pouca quantidade (Estudante B).</p> <p>Diretor do Grupo de Investigação em Toxicologia Aquática e Ambiental (Aquatica) compartilhou com o público presente no estande da editora da universidade (Editorial UN) seu projeto com intuito de demonstrar os efeitos negativos do glifosato, explicou que antes de morrer apresentavam extremas alterações no sistema nervoso tendo também dificuldades respiratórias, em todos os experimentos houve 100% mortalidade sendo feitas nos peixes yamu e bocachico. (Estudante Y).</p> <p>Cães e gatos podem ser mais vulneráveis à intoxicação por agrotóxicos por seus instintos de farejar e comer perto do chão, onde os pesticidas ficam acumulados. (Estudante Y).</p> <p>O uso do glifosato pode ser visto como algo positivo e negativo. Ele pode causar danos à saúde devido ao fato de que ele é absorvido pelas plantas, como o câncer linfoma hodgkin; pode ser letal para peixes, devido à sua aplicação ser feita através de pulverização, podendo deixar resíduos e ir para habitats marinhos ou até mesmo através ao entrar em lençóis freáticos por esses resíduos durante a sua aplicação. (Estudante D).</p> <p>Como ponto positivo, temos alguns pontos como sua alta solubilidade que facilita a mistura com outros agrotóxicos compatíveis com o ele, para que assim possa-se eliminar plantas que adquiriram resistência ao glifosato; ele é um agrotóxico não seletivo, podendo assim ser usado para matar diversas plantas; ao matar plantas não desejadas na plantação, evita de causar o consumo excessivo de nutrientes do solo por parte das plantas, fazendo com que assim sobre mais nutrientes para as plantas desejadas na produção e também fazendo com que não ocorra a destruição do solo; quanto mais plantas produzidas, maior a quantidade de alimento produzido, evitando a fome em várias regiões tanto pela alta quantidade de alimentos, como também pelo preço do alimento ficar menor a partir do momento que ele não está em tanta falta; o glifosato também elimina plantas não desejadas em pastos, facilitando a criação de animais; etc. (estudante D).</p> <p>Um dos herbicidas mais utilizados no mundo é o Roundup que tem como objetivo remover ervas daninhas de plantações de alimentos como milho e soja, ele entra pelas folhas e se espalha dentro delas fazendo com elas fiquem secas e morram.</p> <p>Para matar ervas daninhas e outras espécies não resistentes, o glifosato impede que a planta produza alguns aminoácidos fundamentais para seu crescimento, além de interromper uma importante via enzimática fundamental para a sobrevivência dos vegetais. Normalmente são utilizadas em ervas “daninhas” que crescem perto da plantação de soja, milho e algodão; Não concordamos com sua utilização já que pode causar a perda da biodiversidade, tornando os ecossistemas mais vulneráveis à poluição e morte de peixes, o solo em declive com a ajuda juntamente do escoamento da água da chuva e vento contamina os rios, assim contaminando os peixes que ali viviam, em algumas espécies ocorrem 100% das vezes em mortes sendo as espécies yamu e bocachico nativos da Colômbia (de acordo com o grupo de estudos da universidade nacional da Colômbia). (Estudantes T, Y e B).</p> <p>Descartamos a contaminação de alimentos já que quando a substância é aplicada ela atinge diretamente as ervas daninhas, os lençóis freáticos também não apresentam evidências comprovadas que aconteça isso. (Estudantes, T, Y e B).</p> <p>Dados específicos sobre o Roundup, sua composição e quantidade não foram informadas gerando assim algumas limitações para este argumento. (Estudantes T, Y e B).</p>			
Análise E.E	Análise A.C	Análise A.Q	Análise H.C
C.C U.EV DESC.EXPL.ALT DOC.LIM.	ACC	CON.CONT.CIENT. QUÍM. QUÍM.CONT. HAB.APR.ORD.SUP. ASP.AFET.	N3

Fonte: Da autora (2022).

Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Consideramos, a partir das análises do segundo argumento construído coletivamente, que são manifestados todos os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, apesar de os elementos, descartar explicações alternativas e documentar as limitações do argumento, serem manifestados superficialmente, como discutidos a seguir.

O elemento epistêmico coerência causal é manifestado em distintos momentos desse argumento, por isso, apresentamos no Quadro 101, a relação entre os excertos e as relações de causa e efeito manifestadas.

Inferimos a partir dos excertos apresentados no Quadro 101, que os estudantes manifestam o elemento coerência causal de forma bem estruturada, como por exemplo, no excerto 4, no qual os estudantes conseguem apresentar A (ser um agrotóxico não seletivo) que causa B (matar diversas plantas não desejadas na plantação) que causa C (evitar o consumo excessivo de nutrientes no solo) que causa D (sobrando mais nutrientes para as plantas desejadas), que causa E (evitando destruição do solo), que causa F (aumentando a quantidade de plantas desejadas), que causa G (aumentando a quantidade de alimentos), que causa H (evitando a fome em algumas regiões), que causa I (diminuindo o preço dos alimentos).

A partir desses excertos e das relações causais bem estruturadas pelos estudantes, consideramos que eles demonstram evolução conceitual em relação à construção de argumentos científicos informados.

Entretanto, apesar de considerarmos que no excerto 4 os estudantes elaboram uma relação causal bem estruturada porque conseguem apresentar e discutir diversos efeitos para a causa “ser um agrotóxico não seletivo”, ainda é possível identificar no mesmo excerto relações causais orientadas por senso comum, no qual o estudante D elabora relações não aprofundadas e, também, não justificadas sobre a relação entre o glifosato ser um agrotóxico não seletivo, matando plantas não desejadas, favorecendo, assim, o aumento da produção de alimentos que por consequência evitam a fome em diversas regiões.

Sobre a manifestação do elemento epistêmico uso de evidências, consideramos que ele também é manifestado em diversos momentos desse segundo argumento, entretanto, apresentamos no Quadro 102 a seguir, a evidência classificada como científica, que foi pesquisada durante a construção do argumento.

Quadro 101 - Relações causais construídas pelos estudantes de forma coletiva.

Excerto	Descrição	Causa	Efeito
1	<p>Estudos nós mostram que o Roundup está muito espalhado pelo ambiente contaminando alimentos, atmosfera, solo e lençol freático; podendo causar também intoxicação humana mesmo quando consumido em pouca quantidade.</p> <p>Diretor do Grupo de Investigação em Toxicologia Aquática e Ambiental (Aquatica) compartilhou com o público presente no estande da editora da universidade (Editorial UN) seu projeto com intuito de demonstrar os efeitos negativos do glifosato, Explicou que antes de morrer apresentavam extremas alterações no sistema nervoso tendo também dificuldades respiratórias, em todos os experimentos houve 100% mortalidade sendo feitas nós peixes yamu e bocachico.</p>	Roundup estar espalhado pelo ambiente.	<p>Contaminar alimentos, atmosfera, solo, lençol freático, causar intoxicação humana.</p> <p>Mortalidade dos peixes das espécies yamu e bocachico</p>
2	Ele pode causar danos à saúde devido ao fato de que ele é absorvido pelas plantas, como o câncer linfoma hodgkin.	Causar danos à saúde.	Por ser absorvido pelas plantas. Provocando câncer linfoma hodgkin.
3	Pode ser letal para peixes, devido à sua aplicação ser feita através de pulverização, podendo deixar resíduos e ir para habitats marinhos	Ser letal para peixes	Devido à sua forma de aplicação. Podendo deixar resíduos em habitats marinhos.
4	Ele é um agrotóxico não seletivo, podendo assim ser usado para matar diversas plantas; ao matar plantas não desejadas na plantação, evita de causar o consumo excessivo de nutrientes do solo por parte das plantas, fazendo com que assim sobre mais nutrientes para as plantas desejadas na produção e também fazendo com que não ocorra a destruição do solo; quanto mais plantas produzidas, maior a quantidade de alimento produzido, evitando a fome em várias regiões tanto pela alta quantidade de alimentos, como também pelo preço do alimento ficar menor a partir do momento que ele não está em tanta falta; o glifosato também elimina plantas não desejadas em pastos, facilitando a criação de animais; etc.	Ser um agrotóxico não seletivo	<p>Matar diversas plantas não desejadas na plantação.</p> <p>Evitar o consumo excessivo de nutrientes no solo.</p> <p>Sobrando mais nutrientes para as plantas desejadas.</p> <p>Evitando destruição do solo.</p> <p>Aumentando a quantidade de plantas desejadas.</p> <p>Aumentando a quantidade de alimentos.</p> <p>Evitando a fome em algumas regiões.</p> <p>Diminuindo o preço dos alimentos.</p>

Fonte: Da autora (2022).

Quadro 102 - Excerto sobre a seleção de evidências pelos estudantes de forma coletiva.

Diretor do Grupo de Investigação em Toxicologia Aquática e Ambiental (Aquatoca) compartilhou com o público presente no estande da editora da universidade (Editorial UN) seu projeto com intuito de demonstrar os efeitos negativos do glifosato, Explicou que antes de morrer apresentavam extremas alterações no sistema nervoso tendo também dificuldades respiratórias, em todos os experimentos houve 100% mortalidade sendo feitas nos peixes yamu e bocachico.

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos ainda, sobre esse excerto, que a estudante apresenta evidências científicas e apresenta a citação da evidência, de forma coerente com a construção do argumento.

Já o elemento epistêmico descarte de explicações alternativas, consideramos que foi manifestado nesse argumento no excerto apresentado no Quadro 103 a seguir.

Quadro 103 - Excerto sobre a manifestação do elemento epistêmico Desc. Expl. Alt.

Descartamos a contaminação de alimentos já que quando a substância é aplicada ela atinge diretamente as ervas daninhas, os lençóis freáticos também não apresentam evidências comprovadas que aconteça isso.

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos que as estudantes T, Y e B descartam a informação apresentada pelo estudante D, quando ele discute a contaminação de alimentos provocada pelo glifosato, e ainda, as estudantes justificam o porquê estão descartando essa informação, quando ressaltam: “já que quando a substância é aplicada ela atinge diretamente as ervas daninhas”.

O elemento epistêmico documentar limitações do argumento é manifestado no final do argumento construído, como apresentado no Quadro 104 a seguir.

Quadro 104 - Excerto sobre a manifestação do elemento epistêmico Doc. Lim. Arg.

Dados específicos sobre o Roundup, sua composição e quantidade não foram informadas gerando assim algumas limitações para este argumento.

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos ainda que, a manifestação de todos os elementos epistêmicos na construção do segundo argumento coletivo, permite a inferência sobre a evolução dos estudantes perante a construção de argumentos científicos informados e também sobre o envolvimento deles no processo da argumentação.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Científica.

Após as análises, consideramos que os estudantes manifestam habilidades de Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental, isso porque identificamos que os estudantes conseguem coletivamente manifestar as seguintes habilidades:

- a) compreender de forma ampla o tema e os conteúdos científicos discutidos;
- b) solucionar a situação problema proposta;

- c) avaliar e discutir sobre as evidências e informações apresentadas;
- d) ler e interpretar reportagens e o material didático.

Nesse sentido, apresentamos no Quadro 105, o excerto do segundo argumento coletivo, no qual identificamos a manifestação das habilidades de compreensão ampla sobre o tema e sobre os conteúdos científicos discutidos.

Quadro 105 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AC pelos estudantes de forma coletiva.

Para matar ervas daninhas e outras espécies não resistentes, o glifosato impede que a planta produza alguns aminoácidos fundamentais para seu crescimento, além de interromper uma importante via enzimática fundamental para a sobrevivência dos vegetais. Normalmente são utilizadas em ervas “daninhas” que crescem perto da plantação de soja, milho e algodão.

Fonte: Da autora (2022).

Ao inferirmos que os estudantes manifestam coletivamente a habilidade de solucionar a situação problema proposta, estamos considerando que essa habilidade foi manifestada porque os estudantes conseguiram construir um argumento científico informado e, não somente isso, eles ainda manifestaram na escrita desse argumento, todos os elementos epistêmicos, promovendo assim, uma melhor estruturação do argumento científico.

Já sobre a manifestação da habilidade de avaliar e discutir as informações apresentadas, inferimos que essa habilidade foi manifestada em diversos momentos desse segundo argumento, entretanto, destacamos a manifestação dessa habilidade associada à manifestação do elemento epistêmico descartar explicações alternativas, apresentado anteriormente na no Quadro 103.

Inferimos que quando as estudantes T, Y e B descartam uma informação apresentada pelo estudante D, elas estão avaliando, discutindo e justificando as informações apresentadas no argumento.

Consideramos ainda que os estudantes manifestam habilidades de leitura e de buscarem informações para além dos contextos discutidos durante a SEI, como apresentado no Quadro 106 a seguir.

Quadro 106 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AC pelos estudantes de forma coletiva.

Diretor do Grupo de Investigação em Toxicologia Aquática e Ambiental (Aquatoca) compartilhou com o público presente no estande da editora da universidade (Editorial UN) seu projeto com intuito de demonstrar os efeitos negativos do glifosato, Explicou que antes de morrer apresentavam extremas alterações no sistema nervoso tendo também dificuldades respiratórias, em todos os experimentos houve 100% mortalidade sendo feitas nós peixes yamu e bocachico. (Estudante Y).

Fonte: Da autora (2022).

Nesse excerto, a estudante Y, apresenta uma pesquisa desenvolvida por ela, de forma independente do material didático disponibilizado e dos conteúdos discutidos durante o

desenvolvimento da SEI, permitindo, assim, a inferência sobre a manifestação das habilidades supracitadas.

Manifestação das habilidades de Alfabetização Química.

Consideramos após as análises que os estudantes manifestam na construção do segundo argumento coletivo, habilidades de todas as dimensões de Alfabetização Química.

Inferimos que as habilidades da Dimensão Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico são manifestadas em dois momentos desse argumento.

Consideramos que, os estudantes utilizam termos científicos para apresentarem suas ideias e suportarem o posicionamento do argumento, com a utilização dos termos, “aminoácidos” e “importante via enzimática”. Entendemos que os estudantes buscam explicar o fenômeno macroscópico das plantas secarem e morrerem (sexto parágrafo do argumento) por meio de uma explicação utilizando esses termos, permitindo assim, a inferência de que os estudantes demonstram alguma compreensão sobre a inibição enzimática provocada pelo glifosato discutida na nona aula.

No Quadro 107 a seguir destacamos os excertos nos quais identificamos que os estudantes manifestam habilidades de compreender as ideias científicas gerais sobre as discussões desenvolvidas sobre a solubilidade do glifosato e também sobre a inibição enzimática provocada por ele.

Quadro 107 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pelos estudantes de forma coletiva.

Excerto	Conteúdos Científicos
Como ponto positivo, temos alguns pontos como sua alta solubilidade que facilita a mistura com outros agrotóxicos compatíveis com o ele, para que assim possa-se eliminar plantas que adquiriram resistência ao glifosato; ele é um agrotóxico não seletivo, podendo assim ser usado para matar diversas plantas.	Alta solubilidade do glifosato.
Para matar ervas daninhas e outras espécies não resistentes, o glifosato impede que a planta produza alguns aminoácidos fundamentais para seu crescimento, além de interromper uma importante via enzimática fundamental para a sobrevivência dos vegetais	Inibição enzimática provocada pelo glifosato.

Fonte: Da autora (2022).

As habilidades da dimensão Química no Contexto foram manifestadas em diversos momentos da construção do segundo argumento coletivo.

A partir das análises desse argumento, generalizamos a consideração de que os estudantes demonstram habilidades de reconhecer a importância do conhecimento químico, bioquímico e científico sobre o glifosato, uma vez que, envolveram-se na construção de um

argumento para a participação em um debate de televisão e conseguiram construir um argumento científico informado, de modo que apresentam neste, seus posicionamentos e discussões sobre consequências positivas e negativas sobre o uso dessa substância, e buscam ainda, relacionar seus posicionamentos com os conteúdos científicos e químicos discutidos durante o desenvolvimento das aulas.

Nesse sentido destacamos no Quadro 108 a seguir, dois excertos desse argumento em que identificamos a manifestação das habilidades supracitadas.

Quadro 108 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pelos estudantes de forma coletiva.

O uso do glifosato pode ser visto como algo positivo e negativo. Ele pode causar danos à saúde devido ao fato de que ele é absorvido pelas plantas, como o câncer linfoma hodgkin; pode ser letal para peixes, devido à sua aplicação ser feita através de pulverização, podendo deixar resíduos e ir para habitats marinhos ou até mesmo através ao entrar em lençóis freáticos por esses resíduos durante a sua aplicação. (Estudante D).

Como ponto positivo, temos alguns pontos como sua alta solubilidade que facilita a mistura com outros agrotóxicos compatíveis com o ele, para que assim possa-se eliminar plantas que adquiriram resistência ao glifosato; ele é um agrotóxico não seletivo, podendo assim ser usado para matar diversas plantas [...].

Para matar ervas daninhas e outras espécies não resistentes, o glifosato impede que a planta produza alguns aminoácidos fundamentais para seu crescimento, além de interromper uma importante via enzimática fundamental para a sobrevivência dos vegetais.

Fonte: Da autora (2022).

Sobre a manifestação de Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior, inferimos que são manifestadas em diversos momentos da construção desse argumento.

Nesse sentido, buscamos apresentar no Quadro 109 a seguir, uma relação entre os excertos e a identificação das habilidades dessa dimensão.

Quadro 109 - Excerto sobre a manifestação de habilidades de AQ pelos estudantes de forma coletiva.

Excerto	Descrição	Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior
1	<p>Diretor do Grupo de Investigação em Toxicologia Aquática e Ambiental (Aquatica) compartilhou com o público presente no estande da editora da universidade (Editorial UN) seu projetos com intuito de demonstrar os efeitos negativos do glifosato, Explicou que antes de morrer apresentavam extremas alterações no sistema nervoso tendo também dificuldades respiratórias, em todos os experimentos houve 100% mortalidade sendo feitas nós peixes yamu e bocachico. (Estudante Y).</p>	<p>Procurar e interpretar informações para o suporte do posicionamento.</p>
2	<p>O uso do glifosato pode ser visto como algo positivo e negativo. Ele pode causar danos à saúde devido ao fato de que ele é absorvido pelas plantas, como o câncer linfoma hodgkin; pode ser letal para peixes, devido à sua aplicação ser feita através de pulverização, podendo deixar resíduos e ir para habitats marinhos ou até mesmo através ao entrar em lençóis freáticos por esses resíduos durante a sua aplicação. (Estudante D).</p> <p>Como ponto positivo, temos alguns pontos como sua alta solubilidade que facilita a mistura com outros agrotóxicos compatíveis com o ele, para que assim possa-se eliminar plantas que adquiriram resistência ao glifosato; ele é um agrotóxico não seletivo, podendo assim ser usado para matar diversas plantas; ao matar plantas não desejadas na plantação, evita de causar o consumo excessivo de nutrientes do solo por parte das plantas, fazendo com que assim sobre mais nutrientes para as plantas desejadas na produção e também fazendo com que não ocorra a destruição do solo; quanto mais plantas produzidas, maior a quantidade de alimento produzido, evitando a fome em várias regiões tanto pela alta quantidade de alimentos, como também pelo preço do alimento ficar menor a partir do momento que ele não está em tanta falta; o glifosato também elimina plantas não desejadas em pastos, facilitando a criação de animais; etc.</p> <p>Descartamos a contaminação de alimentos já que quando a substância é aplicada ela atinge diretamente as ervas daninhas, os lençóis freáticos também não apresentam evidências comprovadas que aconteça isso.</p>	<p>Desenvolver análises de pontos positivos e negativos.</p>

Fonte: Da autora (2022).

Ainda sobre o excerto 2, apresentado no Quadro 109, identificamos que a manifestação de habilidade de análise de pontos positivos e negativos associa-se à manifestação do elemento epistêmico Descartar Explicações Alternativas, no qual as estudantes B, T e Y contrapõem e descartam uma concepção equivocada apresentada pelo estudante D.

Já a manifestação de habilidades da dimensão Aspectos Afetivos, é inferida a partir do envolvimento dos estudantes na construção desse segundo argumento, no interesse em buscar, apresentar e discutir informações que transpassaram o contexto das discussões, como

destacado no Quadro 102, anteriormente apresentado, na qual a estudante Y apresenta informações da pesquisa realizada por ela além do contexto de discussão.

Manifestação de Habilidades Cognitivas.

O segundo argumento coletivo construído pelos estudantes é categorizado no nível cognitivo N3. Entretanto, consideramos que, na construção desse argumento, os estudantes manifestam também, habilidades dos níveis cognitivos N4 e N5.

Nesse sentido apresentamos no Quadro 110 a seguir, a relação entre os excertos desse argumento e as habilidades cognitivas manifestadas.

Quadro 110 - Excerto sobre a manifestação de HC pelos estudantes de forma coletiva (Continua).

Excerto	Habilidades	Nível Cognitivo
Diretor do Grupo de Investigação em Toxicologia Aquática e Ambiental (Aquatica) compartilhou com o público presente no estande da editora da universidade (Editorial UN) seu projetos com intuito de demonstrar os efeitos negativos do glifosato, Explicou que antes de morrer apresentavam extremas alterações no sistema nervoso tendo também dificuldades respiratórias, em todos os experimentos houve 100% mortalidade sendo feitas nós peixes yamu e bocachico	Identifica e processos para o controle de informações Seleciona informações relevantes	N3 N4
Um dos herbicidas mais utilizados no mundo é o Roundup que tem como objetivo remover ervas daninhas de plantações de alimentos como milho e soja, ele entrar pelas folhas e se espalha dentro delas fazendo com elas fiquem secas e morram. Para matar ervas daninhas e outras espécies não resistentes, o glifosato impede que a planta produza alguns aminoácidos fundamentais para seu crescimento, além de interromper uma importante via enzimática fundamental para a sobrevivência dos vegetais	Explica a ação do glifosato por meio de conteúdos discutidos, utilizando termos químicos e bioquímicos.	N3
Descartamos a contaminação de alimentos já que quando a substância é aplicada ela atinge diretamente as ervas daninhas, os lençóis freáticos também não apresentam evidências comprovadas que aconteça isso.	Analisa, discute, justifica e descarta uma informação equivocada.	N4

Quadro 110 - Excerto sobre a manifestação de HC pelos estudantes de forma coletiva (Conclusão).

<p>Como ponto positivo, temos alguns pontos como sua alta solubilidade que facilita a mistura com outros agrotóxicos compatíveis com o ele, para que assim possa-se eliminar plantas que adquiriram resistência ao glifosato; ele é um agrotóxico não seletivo, podendo assim ser usado para matar diversas plantas; ao matar plantas não desejadas na plantação, evita de causar o consumo excessivo de nutrientes do solo por parte das plantas, fazendo com que assim sobre mais nutrientes para as plantas desejadas na produção e também fazendo com que não ocorra a destruição do solo; quanto mais plantas produzidas, maior a quantidade de alimento produzido, evitando a fome em várias regiões tanto pela alta quantidade de alimentos, como também pelo preço do alimento ficar menor a partir do momento que ele não está em tanta falta Para matar ervas daninhas e outras espécies não resistentes, o glifosato impede que a planta produza alguns aminoácidos fundamentais para seu crescimento, além de interromper uma importante via enzimática fundamental para a sobrevivência dos vegetais. Normalmente são utilizadas em ervas “daninhas” que crescem perto da plantação de soja, milho e algodão; Não concordamos com sua utilização já que pode causar a perda da biodiversidade, tornando os ecossistemas mais vulneráveis à poluição e morte de peixes, o solo em declive com a ajuda juntamente do escoamento da água da chuva e vento contamina os rios, assim contaminando os peixes que ali viviam, em algumas espécies ocorrem 100% das vezes em mortes sendo as espécies yamu e bocachico nativos da Colômbia (de acordo com o grupo de estudos da universidade nacional da Colômbia).</p>	<p>Generaliza e discute os impactos do uso do glifosato em contextos econômicos, sociais e ambientais.</p>	<p>N5</p>
--	--	-----------

Fonte: Da autora (2022).

.Consideramos que apesar de identificarmos a manifestação de habilidades de N4 e N5 no segundo argumento coletivo, categorizamos esse argumento no nível cognitivo N3, uma vez que os estudantes não manifestam na escrita desse argumento todas as habilidades requeridas do nível cognitivo N4. Isso porque, não identificamos a manifestação de habilidades de sugerir soluções para o problema discutido pelos estudantes, e também, não identificamos habilidades de elaboração e discussão de hipóteses.

Nesse momento finalizamos a apresentação e discussão dos dados obtidos e analisados a partir da construção dos argumentos e seguimos para a análise e discussão sobre as inferências das relações entre a manifestação dos elementos epistêmicos e das habilidades de Alfabetização Científica, Alfabetização Química e Habilidades Cognitivas.

5.5 Manifestação dos Elementos Epistêmicos.

Ao iniciarmos as discussões sobre as relações identificadas na construção dos argumentos pelos estudantes, consideramos importante retomar algumas discussões apresentadas nos capítulos anteriores.

Ressaltamos que para o desenvolvimento desta pesquisa, orientamo-nos por algumas considerações apresentadas nos trabalhos de Sandoval (2003) e Sandoval e Reiser (2004). No trabalho de Sandoval (2003), direcionamos nossa atenção para a discussão do autor sobre as dificuldades manifestadas pelos estudantes em construir explicações científicas válidas por meio da utilização de dados, em decorrência da dificuldade em identificar e interpretar dados relevantes para o suporte de suas explicações.

Já no trabalho de Sandoval e Reiser (2004), focamos na discussão desenvolvida pelos autores sobre a superação dos estudantes em relação a dificuldade supracitada, quando foi desenvolvida a orientação explícita sobre os elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos válidos, de modo a apresentar aos estudantes, a rubrica do que seria avaliado na construção de suas explicações.

Nesse sentido, buscamos elaborar e desenvolver atividades que objetivavam elucidar aos estudantes, a função, a identificação, a interpretação e a classificação de evidências relevantes para a construção de seus argumentos, visando dessa forma, promover condições para a superação da dificuldade relatada pelos autores.

Desse modo, consideramos que os dados obtidos nesta pesquisa corroboram com as considerações de Sandoval e Reiser (2004), uma vez que identificamos que nos segundos argumentos, os estudantes manifestam em suas escritas um quantitativo significativo de evidências para o suporte de seus argumentos.

Consideramos ainda que, a partir das discussões apresentadas por Sandoval (2003) e Sandoval e Reiser (2004) sobre a dificuldade dos estudantes em compreenderem o elemento epistêmico Uso de Evidências, buscamos estender a orientação explícita aos estudantes para os demais elementos epistêmicos. Isso porque, inferimos que os estudantes poderiam também manifestar dificuldades de compreensão em relação a esses elementos, de modo que não conseguissem manifestá-los na construção de seus argumentos.

O Quadro 111, a seguir, apresenta a evolução na escrita dos dois argumentos.

Quadro 111 - Relação entre a manifestação dos Elementos Epistêmicos pelos estudantes na construção dos primeiros e segundos argumentos.

Estudante	Primeiro Argumento Elemento Epistêmico	Segundo Argumento Elemento Epistêmico
B	Nenhum	Coerência Causal Uso de Evidências
D	Coerência Causal	Coerência Causal Uso de Evidências Descartar Explicações Alternativas Documentar Limitações do Argumento
Y	Nenhum	Coerência Causal Uso de Evidências Descartar Explicações Alternativas
T	Nenhum	Coerência Causal Uso de Evidências
Coletivo	Coerência Causal Uso de Evidências	Coerência Causal Uso de Evidências Descartar Explicações Alternativas Documentar Limitações do Argumento

Fonte: Da autora (2022).

Consideramos ainda que, durante o desenvolvimento dessa pesquisa, tínhamos como hipótese que, se orientássemos os estudantes diretamente sobre os elementos para a construção de argumentos científicos informados, então os estudantes poderiam construir argumentos científicos informados e epistemicamente estruturados, manifestando, dessa forma, habilidades argumentativas, e também, habilidades que sugerissem a promoção de Alfabetização Científica, Alfabetização Química e Habilidades Cognitivas.

Sobre a primeira parte dessa hipótese, consideramos que, a partir da análise e discussão dos dados apresentada anteriormente, e também, considerando a evolução na manifestação dos elementos epistêmicos destacada no Quadro 111, inferimos que, promover condições para o ensino dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, pode contribuir com a manifestação de habilidades argumentativas.

Sobre a segunda parte dessa hipótese, consideramos importante discutir as relações entre a manifestação dos elementos epistêmicos e das habilidades de AC, AQ e HC de forma separada, para melhor compreensão sobre essa evolução, como apresentado a adiante.

5.6 Relação entre a Manifestação de Elementos Epistêmicos e de Habilidades de Alfabetização Científica.

Após as análises dos primeiros argumentos construídos pelos estudantes, identificamos que a manifestação de habilidades de AC foi independente da manifestação dos elementos epistêmicos, como apresentado anteriormente, as estudantes B, Y e T não manifestaram

algum elemento epistêmico na construção de seus primeiros argumentos, porém manifestaram habilidades de nível de ACN.

Consideramos também que, o elemento Coerência Causal pode ser manifestado na escrita dos estudantes por meio de um conhecimento de senso comum.

Assim como demonstra as análises do primeiro argumento construído pelo estudante D, no qual o estudante, manifesta em sua escrita o elemento Coerência Causal, porém é uma relação de causa e efeito entre informações de senso comum, como destaca o excerto apresentado no Quadro 112 a seguir.

Quadro 112 - Excerto do argumento do estudante D, sobre a relação entre a manifestação do elemento epistêmico C.C e de habilidades de AC.

O agrotóxico se torna útil por evitar perda de alimentos durante a produção por outros animais, o que favorece economicamente, gerando mais alimentos para serem comercializados. Por outro lado, muita das vezes o agrotóxico faz com que o alimento possa perder parte de seu sabor natural, além dos riscos que o agrotóxico traz para a saúde humana e para a situação do solo, que pode se tornar contaminado e até mesmo improdutivo com o tempo.

Fonte: Da autora (2022).

Permitindo assim a inferência de que esse elemento epistêmico pode ser manifestado na escrita dos estudantes relacionado a níveis de menor exigência cognitiva e que demonstram habilidades de senso comum, compreensão equivocada de conceitos e concepções alternativas, como é o caso do nível ACN, também manifestado pelo estudante D.

Nesse sentido voltamos os nossos questionamentos para analisar a manifestação de habilidades de níveis de AC mais científicos e que requerem maior exigência cognitiva a partir da manifestação dos elementos epistêmicos na construção dos segundos argumentos.

Portanto a partir das análises dos segundos argumentos construídos pelos estudantes inferimos que, para a manifestação do elemento epistêmico Uso de Evidências é necessário que o estudante compreenda o que são evidências, para que então possa selecionar as evidências de forma coerente para o suporte de seu argumento.

Esse processo requer dos estudantes habilidades de leitura, de interpretação, de conhecimento científico sobre as evidências, de reconhecer de forma ampla os distintos contextos impactados pelo tema em discussão, para que então possam selecionar as evidências que consideram relevantes para a construção de seus argumentos.

A manifestação dessas habilidades relaciona-se com os níveis mais científicos da AC propostos por Bybee (1997), que são os níveis de ACF, ACC e ACM, manifestado pelos estudantes na construção de seus segundos argumentos individuais e coletivos, como destacado nos excertos no Quadro 113 a seguir.

Quadro 113 - Relação entre a manifestação do elemento epistêmico U.Ev. e habilidades de AC (Continua).

Estudante	Excerto	Evidências	Habilidades	Nível de AC
Y	Um dos malefícios do roundup são seus diferentes tipos de intoxicação, a marginalização da agricultura familiar, perda da biodiversidade, em nos humanos tem grande risco de dar um linfoma Hodgkin (câncer), além de ser muito tóxico aos peixes.	Marginalização da agricultura familiar Perda da biodiversidade Linfoma Hodgkin Toxicidade para os peixes Roupa específica Tomar cuidados para aplicação do produto Herbicida seletivo muito eficiente, não cobra impostos.	Estar familiarizado com termos e conceitos científicos discutidos. Apresenta ainda dificuldades conceituais e não aprofunda a discussão sobre as evidências apresentadas.	ACF
T	Para matar ervas daninhas não desejadas ele impede que essas plantas não produza algumas proteínas fundamentais para o crescimento. Normalmente o glifosato é utilizado perto de plantações de soja e milho para que essas ervas morram e o alimento fique com todas as coisas boas que o solo onde estão plantadas disponibiliza para que cresçam fortes e boas.	Proteínas fundamentais para o crescimento da planta”.	Compreender as ideias centrais do conhecimento científico discutido e relaciona essas ideias com o conteúdo da disciplina de Biologia.	ACC

Quadro 113 - Relação entre a manifestação do elemento epistêmico U.Ev. e habilidades de AC (Conclusão).

D	.Por se tratar de um agrotóxico não seletivo e ser assim capaz de destruir diversas plantas ele acaba interferindo em cadeias alimentares, destruindo os produtores e conseqüentemente, desbalanceando a cadeia alimentar inteira ao reduzir o número de alimentos que o consumidor primário irá consumir, reduzindo sua população e fazendo com que isso se torne uma bola de neve tornando menor o número de outras populações de animais, como o caso de uma espécie de sapo da região de Houston, que entrou em perigo de extinção após a destruição de seu habitat pelo glifosato.	Não seletividade do glifosato Desmatamento Perda de habitats e sistemas ecológicos Consequências negativas na cadeia alimentar, redução de populações, sapo de Houston Contaminação de ambientes aquáticos.	Elabora conexões entre conhecimentos científicos de outras disciplinas, no caso Biologia.	ACM
---	---	---	---	-----

Fonte: Da autora (2022).

Essas habilidades, também são requeridas para a manifestação do elemento Descartar Explicações Alternativas, uma vez que, para manifestar esse elemento na escrita de um argumento, os estudantes precisam reconhecer que ao longo do processo para a construção de seu argumento final, foram levantadas, testadas, analisadas, discutidas e descartadas hipóteses e linhas de raciocínio em detrimento de outras.

E quando o estudante consegue reconhecer esse processo e manifestar em sua escrita esse elemento, intrinsecamente ele manifesta também habilidades de AC de níveis de maior exigência cognitiva. Isso porque, para o estudante reconhecer, discutir, analisar, selecionar e elaborar uma explicação em detrimento de outra e ainda conseguir abordar esse processo na escrita, automaticamente o estudante demonstra também uma compreensão mais ampla sobre os conceitos e temas científicos discutidos, alcançando dimensões que ultrapassam o conhecimento científico da disciplina de Química em questão, como apresentado nos excertos a seguir, nos Quadros 114, 115 e 116

Quadro 114 - Relação entre a manifestação do elemento epistêmico Desc. Expl. Alt. e habilidades de AC pelo estudante D

Utilizar máquinas e robôs durante a aplicação do glifosato seria uma boa solução para evitar os problemas de toxicidade com as pessoas que trabalham com o agrotóxico, porém isso causaria problemas econômicos, visto que causaria perda de empregos pela substituição da mão de obra humana pela tecnologia. Portanto, não seria uma solução tão viável economicamente falando, problema que poderia ser resolvido caso o uso dessas máquinas gerassem mais empregos, surgindo assim mais um problema que seria o conhecimento maior e mais necessário à respeito dessas máquinas gerando de qualquer forma perda de empregos, visto que muitos dos agricultores aprenderam agricultura com seus parentes em fazendas ou locais próprios, ou seja, não possuíram o conhecimento necessários para a utilização de métodos agrários tecnológicos e, com isso, numa possível viralização dessas formas tecnológicas, a agricultura conhecida por esses agricultores poderia ficar “fora de moda”, causando prejuízos econômicos para eles (além dessas máquinas serem muito caras).

Fonte: Da autora (2022).

Quadro 115 - Relação entre a manifestação do elemento epistêmico Desc. Expl. Alt. e habilidades de AC pela estudante Y.

Por isso eu sou parcialmente contra o uso dele, mas acho que se utilizar uma roupa específica e tomar cuidado onde aplica o produto, eu sou a favor, pois ele é um herbicida não seletivo muito eficiente...

Fonte: Da autora (2022).

Quadro 116 - Relação entre a manifestação do elemento epistêmico Desc. Expl. Alt. e habilidades de AC pelos estudantes no argumento coletivo.

Descartamos a contaminação de alimentos já que quando a substância é aplicada ela atinge diretamente as ervas daninhas, os lençóis freáticos também não apresentam evidências comprovadas que aconteça isso.

Fonte: Da autora (2022).

Sobre a habilidade de discutir sobre a dimensão filosófica da ciência contida na descrição do nível ACM, consideramos que nenhum estudante manifestou em sua escrita essa discussão. Isso porque a abordagem da pesquisadora durante a elaboração e desenvolvimento da SEI, não promoveu condições para que os estudantes pudessem desenvolver a compreensão conceitual dessa dimensão, limitando assim as discussões e a escrita dos estudantes.

Já para a manifestação do elemento Documentar Limitação do Argumento, na escrita dos estudantes, é necessário que o estudante compreenda que, durante o processo de construção de seu argumento final, ele fez escolhas. Escolhas em relação ao posicionamento, à linha de raciocínio, às evidências selecionadas, às relações causais construídas entre as evidências em detrimento de outras que também poderiam ou não ser abordadas no argumento. Nesse sentido inferimos que, esse elemento só foi manifestado na escrita dos estudantes quando os demais elementos também foram manifestados.

Isso porque, se o estudante não compreende o elemento epistêmico Descartar Explicações Alternativas, automaticamente o estudante não vai reconhecer as escolhas que fez e não reconhecerá as limitações de seu argumento.

Se o estudante não manifesta em sua escrita o elemento Uso de Evidências, ele também não conseguirá identificar as explicações descartadas, uma vez que, é necessário que ele reconheça o amplo contexto de evidências sobre o tema para que então, possa selecionar as evidências que consideram mais relevantes, para que então possam novamente reconhecer que seu argumento é limitado por não apresentar a discussão sobre todas as evidências disponíveis para o tema.

A manifestação na escrita dos estudantes do elemento Documentar Limitações do Argumento relaciona-se com a manifestação de habilidades dos níveis de ACC e ACM, uma vez que, reconhecer as limitações de um argumento, ou de uma explicação, ou de uma teoria é uma das práticas procedimentais inerentes o desenvolvimento de investigações científicas, como pontua Bybee (1997) na descrição de habilidades do nível ACC.

Sendo também necessário que o estudante demonstre em sua escrita uma compreensão do tema discutido nos distintos contextos, que ultrapassa os conhecimentos científicos da disciplina de Química, como apresentado na descrição de habilidades do nível de ACM.

Como discutido anteriormente esse elemento foi manifestado apenas no segundo argumento construído pelo estudante D e pelo coletivo da turma noturna, como apresentado anteriormente no Quadro 111.

A partir dos dados analisados e discutidos, inferimos uma relação profícua entre o ensino dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados e a promoção de Alfabetização Científica, no sentido de contribuir para a manifestação de habilidades de AC na escrita dos estudantes, em níveis que demonstram conhecimento científico, permitindo ainda, a inferência sobre contribuições do ensino dos elementos epistêmicos para a promoção da evolução conceitual e científica dos estudantes sobre o tema e os conteúdos químicos discutidos.

Nesse sentido, apresentamos a seguir, no Quadro 117 destaques quanto à evolução dos estudantes na manifestação dos elementos epistêmicos e dos níveis de AC, nos primeiros e segundos argumentos construídos.

Quadro 117 - Relação entre a manifestação dos elementos epistêmicos e habilidades de AC pelos estudantes, nos primeiros e segundos argumentos.

Estudante	Primeiro Argumento		Segundo Argumento	
	Elemento Epistêmico	Nível AC	Elemento Epistêmico	Nível AC
B	Nenhum	Nominal	Coerência Causal Uso de Evidências	Conceitual e Procedimental
D	Coerência Causal	Nominal	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas Documentar as Limitações do Argumento	Multidimensional
Y	Nenhum	Nominal	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas	Funcional, perpassando Conceitual e Procedimental
T	Nenhum	Nominal	Coerência Causal Uso de Evidências	Conceitual e Procedimental
Coletivo	Coerência Causal Uso de Evidências	Funcional	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas Documentar Limitações do Argumento	Conceitual e Procedimental

Fonte: Da autora (2022).

5.7 Relação entre a Manifestação de Elementos Epistêmicos e de Habilidades de Alfabetização Química.

Iniciamos a discussão da relação entre a manifestação dos elementos epistêmicos na construção dos argumentos e a manifestação de habilidades de Alfabetização Química, apresentando de modo geral, no Quadro 118 a manifestação dos elementos epistêmicos e as dimensões de AQ nos primeiros e segundos argumentos.

Quadro 118 - Relação entre a manifestação dos elementos epistêmicos e habilidades de AQ pelos estudantes, nos primeiros e segundos argumentos.

Estudante	Primeiro Argumento		Segundo Argumento	
	Elemento Epistêmico	Nível AQ	Elemento Epistêmico	Nível AQ
B	Nenhum	Química no Contexto	Coerência Causal Uso de Evidências	Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico Aspectos Afetivos
D	Coerência Causal	Química no Contexto Aspectos Afetivos	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas Documentar as Limitações do Argumento	Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico Química no Contexto Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior Aspectos Afetivos
Y	Nenhum	Química no Contexto	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas	Química no Contexto Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior Aspectos Afetivos
T	Nenhum	Química no Contexto	Coerência Causal Uso de Evidências	Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico Química no Contexto Aspectos Afetivos
Coletivo	Coerência Causal Uso de Evidências	Química no Contexto Aspectos Afetivos	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas Documentar Limitações do Argumento	Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico Química no Contexto Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior Aspectos Afetivos

Fonte: Da autora (2022).

Após as análises dos primeiros argumentos construídos pelos estudantes, e de acordo com a relação apresentada no Quadro 118, inferimos que a manifestação de habilidades da dimensão de AQ Química no Contexto parece ser independente da manifestação dos elementos epistêmicos. Isso porque as estudantes B, Y e T, não manifestaram algum elemento epistêmico na construção de seus primeiros argumentos, porém, identificamos habilidades da dimensão Química no Contexto.

Entretanto, identificamos também, a manifestação de habilidades dessa dimensão, associada à manifestação do elemento epistêmico Coerência Causal, como ocorrido na construção do primeiro argumento do estudante D.

Porém, consideramos ainda que a manifestação de habilidades da dimensão de AQ Química no Contexto, nos primeiros argumentos dos estudantes, foi orientada por conhecimento de senso comum, como discutido nas subseções anteriores.

A manifestação de habilidades da dimensão AQ Química no Contexto requer baixo nível de compreensão sobre os conceitos científicos, podendo ser manifestadas a partir do senso comum, uma vez que o estudante pode demonstrar que reconhece a importância do conhecimento químico em seu cotidiano valendo-se de uma escrita orientada por informações não científicas.

No Quadro 118, anteriormente apresentado, percebemos que o estudante D, as estudantes Y e T e, também, de forma coletiva, manifestaram habilidades da dimensão Química no Contexto na construção de seus segundos argumentos. Entretanto, como discutido nas subseções anteriores, os estudantes manifestam essas habilidades a partir do conhecimento científico, demonstrando assim evolução conceitual em relação aos conteúdos científicos e químicos discutidos durante o desenvolvimento da SEI.

Identificamos também, a partir desses mesmos argumentos, uma relação profícua entre a evolução dos estudantes na manifestação dos elementos epistêmicos e a evolução na manifestação de habilidades de conhecimento científico e químico.

Já a manifestação de habilidades da dimensão Conhecimentos de Conteúdo Científico e Químico requer dos estudantes a compreensão adequada do conteúdo, que demonstre que o estudante compreende termos científicos e as ideias gerais e científicas do tema discutido.

A manifestação de habilidades dessa dimensão pode se relacionar com a manifestação de todos os elementos epistêmicos. Entretanto, a partir das análises dos segundos argumentos construídos pelos estudantes, inferimos que essa relação se torna mais perceptível quando o estudante consegue manifestar pelo menos os elementos epistêmicos Coerência Causal e Uso de Evidências, já que o estudante precisa selecionar evidências de conteúdo mais científico e construir relações causais entre as evidências selecionadas, como destacado no Quadro 118, no qual identificamos que as estudantes B e T, manifestam esses dois elementos epistêmicos e também manifestam habilidades da dimensão Conhecimento de Conteúdo Científico e Químico.

Ainda considerando o Quadro 118, identificamos que a manifestação das habilidades dessa dimensão também ocorre na construção dos argumentos do estudante D e no argumento coletivo, nos quais são manifestados todos os elementos epistêmicos.

A partir das análises dos segundos argumentos construídos pelos estudantes, destacamos que, apesar da manifestação das habilidades da dimensão Conhecimento de

Conteúdo Científico e Químico ser identificada nos quatro argumentos apresentados anteriormente, consideramos que as habilidades dessa dimensão foram pouco manifestadas, uma vez que buscamos elaborar e desenvolver uma SEI no contexto do ensino de Química, sendo este um contexto intrinsecamente científico.

Portanto, esperava-se que, na construção dos segundos argumentos fossem manifestadas mais habilidades que demonstrassem a compreensão dos estudantes sobre o conteúdo químico discutido. Entretanto, a partir das observações das gravações das aulas ministradas, foi possível identificar que, na maioria das falas da pesquisadora durante as discussões e explicações, foi dado enfoque à importância da compreensão dos elementos epistêmicos para a construção dos argumentos científicos informados. A pesquisadora enfatizou, também, a importância do posicionamento crítico e a relevância de analisar e discutir de forma ampla os diversos contextos impactados pelo uso do Roundup®.

Nesse sentido, consideramos que a pesquisadora direcionou maior atenção às explicações e discussões sobre a construção de argumentos científicos, deixando em segundo plano, as orientações sobre a relevância de abordar na construção dos argumentos os conceitos do conteúdo químico estudado. Isso pode ter ocorrido em função da ansiedade da pesquisadora em promover condições para que os estudantes compreendessem os elementos epistêmicos, de modo que direcionou maior atenção para discussões e explicações sobre esses elementos, uma vez que, tinha como hipótese: se ensinar os estudantes os elementos epistêmicos, então eles poderiam construir argumentos científicos informados.

Portanto, movida por essa ansiedade, pode ter negligenciado discussões direcionadas para a relevância da relação entre o conteúdo químico discutido e os demais aspectos relacionados ao tema discutido.

Ainda considerando a análise dos segundos argumentos construídos pelos estudantes, identificamos que a manifestação de habilidades da dimensão Habilidades de Aprendizado de Ordem Superior foi associada à manifestação dos elementos epistêmicos Descartar Explicações Alternativas e Documentar Limitações do Argumento. A identificação dessa relação pode ser justificada a partir da demanda cognitiva exigida para a manifestação desses elementos epistêmicos, uma vez que exigem uma demanda cognitiva maior dos estudantes.

Isso porque, para o estudante conseguir manifestar os elementos Descartar Explicações Alternativas e Documentar Limitações do Argumento, é importante que tenha se envolvido em ações inerentes à manifestação dos elementos epistêmicos Coerência Causal e Uso de Evidências, que são elementos de menor exigência cognitiva.

Não consideramos que seja necessária uma ordem hierárquica de manifestação desses elementos. Entretanto, inferimos que para a manifestação dos elementos de maior demanda cognitiva, é importante que os estudantes se envolvam em ações inerentes à manifestação dos elementos de menor demanda cognitiva.

A análise sobre a manifestação de habilidades da dimensão Aspectos Afetivos considerou tanto os primeiros argumentos quanto os segundos. As análises possibilitaram a inferência sobre a manifestação de habilidades da dimensão Aspectos Afetivos, relacionada à manifestação de pelo mesmo um elemento epistêmico. Como apresentado no Quadro 118, na construção dos primeiros argumentos pelas estudantes B, Y e T, nos quais nenhum elemento epistêmico foi manifestado, não identificamos também a manifestação de habilidades dessa dimensão. Já na construção do primeiro argumento pelo estudante D e, também pelo construído coletivamente, no qual identificamos a manifestação de pelo menos um elemento epistêmico, foi possível também identificar a manifestação de habilidades da dimensão Aspectos Afetivos.

Já na construção dos segundos argumentos nos quais todos os estudantes demonstraram evolução na manifestação dos elementos epistêmicos, e construíram argumentos científicos informados, identificamos a manifestação de habilidades da dimensão Aspectos Afetivos em todos os argumentos. Isso possibilitou a inferência sobre uma relação profícua entre o interesse e envolvimento dos estudantes na construção de argumentos científicos informados e o ensino dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos.

Inferimos ainda que o interesse e o envolvimento dos estudantes na construção dos argumentos científicos informados são progressivos e inter-relacionados com a compreensão dos estudantes sobre o significado e sobre a função de cada elemento epistêmico na construção dos argumentos científicos.

A partir das discussões entre as relações manifestadas na construção dos primeiros e segundos argumentos, retomamos a consideração de Osborne (2009), na qual o autor considera que desenvolver atividades que visam à argumentação no ensino de Ciências pode contribuir para:

Os quatro elementos essenciais de qualquer educação científica - o desenvolvimento da compreensão conceitual; melhorar o raciocínio cognitivo; aumentar a compreensão dos alunos sobre a natureza epistêmica da ciência e a proporção de uma experiência afetiva positiva e atraente - tudo isso pode ser facilitado com foco na argumentação (OSBORNE, 2009, p. 156, tradução da autora).

Quando Osborne (2009) considera que ensinar argumentação no ensino de Ciências pode contribuir para o desenvolvimento conceitual, relacionamos no contexto desta pesquisa,

o desenvolvimento conceitual em dois aspectos: em relação à evolução conceitual sobre a construção de argumentos científicos a partir dos elementos epistêmicos propostos por Sandoval e Reiser (2004) e, também, em relação à compreensão conceitual das ideias científicas sobre o conteúdo químico de soluções e também em relação ao glifosato.

Ao considerarmos os Quadros 117 e 118, nos quais apresentamos a evolução dos estudantes na manifestação dos elementos epistêmicos relacionada com a manifestação de habilidades de AC e de AQ respectivamente, inferimos que os resultados obtidos nesta pesquisa, corroboram com as considerações propostas por Osborne (2009).

Isso porque, a partir da construção dos argumentos, foi possível identificar uma evolução na escrita dos estudantes e, também, a manifestação de habilidades de compreensão multidimensional e de reconhecimento das ideias gerais dos conteúdos científicos discutidos nos contextos ambientais, sociais e econômicos. A manifestação dessas habilidades são considerados por Bybee (1997) e, também por Shwartz, Ben-Zvi e Hofstein (2006), como sendo indícios da promoção de Alfabetização Científica e Química.

Nesse sentido, inferimos que promover condições para o ensino dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados pode contribuir para a promoção de Alfabetização Científica e de Alfabetização Química, uma vez que esse processo promove condições para os estudantes se envolverem na construção de seu próprio conhecimento de modo a possibilitar condições para o desenvolvimento conceitual em relação à construção de argumentos, mas também, em relação a conteúdos científicos e químicos.

Ainda sobre os dados obtidos nesta pesquisa, inferimos que corroboram, também, com a consideração de Osborne (2009, p. 156), no sentido que, “focar na argumentação no ensino de Ciências pode contribuir para aumentar a compreensão dos alunos sobre a natureza epistêmica da ciência e a proporção de uma experiência positiva e atraente”, uma vez que, de acordo com a relação apresentada nos Quadros 117 e 118, é possível identificar na construção dos segundos argumentos, a manifestação de habilidades de AC e AQ, que sugerem que os estudantes se envolveram em ações epistêmicas do contexto científico, tais como, discussões, elaboração, teste e descarte de hipóteses, refutações e obtenção de consenso, resultando assim, na construção dos segundos argumentos.

Outra consideração sobre os dados destacado no Quadro 118 que corroboram com a consideração de Osborne (2009) supracitada, é a manifestação de habilidades de AQ da dimensão, Aspectos Afetivos na construção de todos os segundos argumentos. Nesse sentido, inferimos que o ensino dos elementos epistêmicos para a construção de argumentos científicos informados, pode também promover um envolvimento afetivo dos estudantes tanto

com o conhecimento científico e químico, mas também, com os processos da argumentação científica e pelo maior interesse pela Ciência.

5.8 Relação entre a Manifestação de Elementos Epistêmicos e de Habilidades Cognitivas.

A partir das análises dos primeiros argumentos construídos pelos estudantes, inferimos que as habilidades cognitivas de níveis de menor demanda cognitiva podem ser manifestadas independente da manifestação dos elementos epistêmicos. Já a identificação da manifestação de habilidades de maior demanda cognitiva foi possível a partir das análises dos segundos argumentos construídos pelos estudantes, e estão relacionadas à manifestação de pelo menos dois dos elementos epistêmicos, Coerência Causal e Uso de Evidências.

Assim, parece que, para o estudante manifestar o elemento epistêmico Uso de Evidências, é necessário que ele consiga identificar, interpretar e selecionar as evidências que deem suporte ao seu argumento, podendo, assim, demonstrar algumas habilidades de nível N3, como manifestado pelas estudantes B e T, de acordo com o Quadro 119, apresentado a seguir.

Já quando o estudante, manifesta a associação entre os elementos Coerência Causal e Uso de Evidências, é possível identificar a manifestação de algumas habilidades de nível N4, como manifestado pelas estudantes Y e T, e destacado no Quadro 119.

Inferimos ainda que a manifestação dos elementos epistêmicos Descartar Explicações Alternativas e Documentar Limitações do Argumento está intrinsecamente associada à manifestação de habilidades de nível N4 e N5, uma vez que são elementos que demandam habilidades cognitivas de ordem superior.

A relação entre a manifestação dos elementos epistêmicos e das habilidades cognitivas nos primeiros e segundos argumentos é apresentada no Quadro 119 a seguir.

Quadro 119 - Relação entre a manifestação dos elementos epistêmicos e de HC pelos estudantes, nos primeiros e segundos argumentos.

Estudante	Primeiro Argumento		Segundo Argumento	
	Elemento Epistêmico	Nível Cognitivo	Elemento Epistêmico	Nível Cognitivo
B	Nenhum	N2	Coerência Causal Uso de Evidências	N3
D	Coerência Causal	N2	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas Documentar as Limitações do Argumento	N5
Y	Nenhum	N2	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas	N4
T	Nenhum	N2	Coerência Causal Uso de Evidências	N3/N4
Coletivo	Coerência Causal Uso de Evidências	N2/N3	Coerência Causal Uso de Evidências Descarte de Explicações Alternativas Documentar Limitações do Argumento	N4/N5

Fonte: Da autora (2022).

Assim, para o estudante reconhecer que descartou explicações, hipóteses, conceitos e contextos alternativos em seu argumento final, é intrinsecamente importante que o estudante manifeste habilidades de maior demanda cognitiva, como manifestado pelo estudante D e também pelos estudantes de forma coletiva, como destacado anteriormente no Quadro 119.

A partir das relações apresentadas e discutidas nessa subseção, inferimos que a manifestação progressiva dos elementos epistêmicos pode contribuir para a manifestação de habilidades cognitivas de ordem superior. Nesse sentido retomamos as considerações de Osborne (2009, p.156), quando o autor considera que, “o ensino da argumentação no ensino de Ciências pode contribuir para melhorar o raciocínio cognitivo”, visando relacionar essa consideração com as considerações propostas por Suart (2008), sobre a manifestação de habilidades cognitivas no contexto desta pesquisa.

Quando retomamos as relações apresentadas no Quadro 119, percebemos que os estudantes demonstraram evolução na manifestação das habilidades de níveis de maior demanda cognitiva nos segundos argumentos. Esses resultados corroboram com as

considerações propostas por Osborne (2009), uma vez que percebemos uma relação profícua entre a manifestação progressiva dos elementos epistêmicos e a manifestação de habilidades de maior demanda cognitiva.

Inferimos ainda que a relação entre a manifestação progressiva dos elementos epistêmicos com as habilidades de maior demanda cognitiva foi mais expressiva na construção do argumento pelo estudante D e, também, no coletivo, nos quais a pesquisadora teve a oportunidade de desenvolver uma mediação dialogada com os estudantes.

Nesse sentido, consideramos que a mediação da pesquisadora pode ser um importante aspecto para auxiliar os estudantes na organização e sistematização de seus raciocínios, possibilitando assim, a evolução da escrita dos estudantes em relação à manifestação de seus raciocínios.

5.9 Considerações sobre a mediação da pesquisadora durante o processo de construção dos argumentos científicos informados.

A partir das análises dos dados, consideramos que o argumento construído pelo estudante D foi o argumento individual que manifestou habilidades de AC e de AQ de níveis e dimensões superiores, respectivamente, e, também, manifestou habilidades de ordem superior, sendo o único argumento construído de forma individual a manifestar algumas habilidades de nível N5.

Foi também o único estudante que manifestou de forma individual todos os elementos epistêmicos.

Consideramos ainda, sobre o segundo argumento coletivo, que os estudantes conseguiram manifestar habilidades de AC e de AQ de níveis e dimensões superiores, assim como, também, habilidades cognitivas dos níveis N4 e N5, que são habilidades de ordem superior. Na escrita coletiva do segundo argumento, também foram manifestados todos os elementos epistêmicos.

Visando justificar essa elevação nos níveis e dimensões manifestados pelo estudante D e pelo grupo, inferimos que a mediação da pesquisadora contribuiu diretamente para isso.

Isso porque, durante a construção do argumento individual do estudante D e também da construção do segundo argumento coletivo, a pesquisadora atuou mediando a construção desses dois argumentos, elaborando questionamentos e solicitando justificativas para cada ideia, hipóteses e contribuição apresentadas pelos estudantes.

Em ambos os momentos da construção final do argumento coletivo e do argumento do estudante D, a pesquisadora constantemente lembrava os estudantes sobre os elementos epistêmicos e suas funções na estrutura dos argumentos, o que pode ter contribuído para a manifestação de todos os elementos epistêmicos nas estruturas dos dois argumentos aqui discutidos.

Consideramos ainda que a mediação da pesquisadora pode ter contribuído para a organização e sistematização das ideias e raciocínio dos estudantes, possibilitando, assim, a construção de argumentos nos quais os estudantes conseguiram manifestar todos os elementos epistêmicos e os níveis e dimensões mais elevadas de habilidades cognitivas, de AC e de AQ.

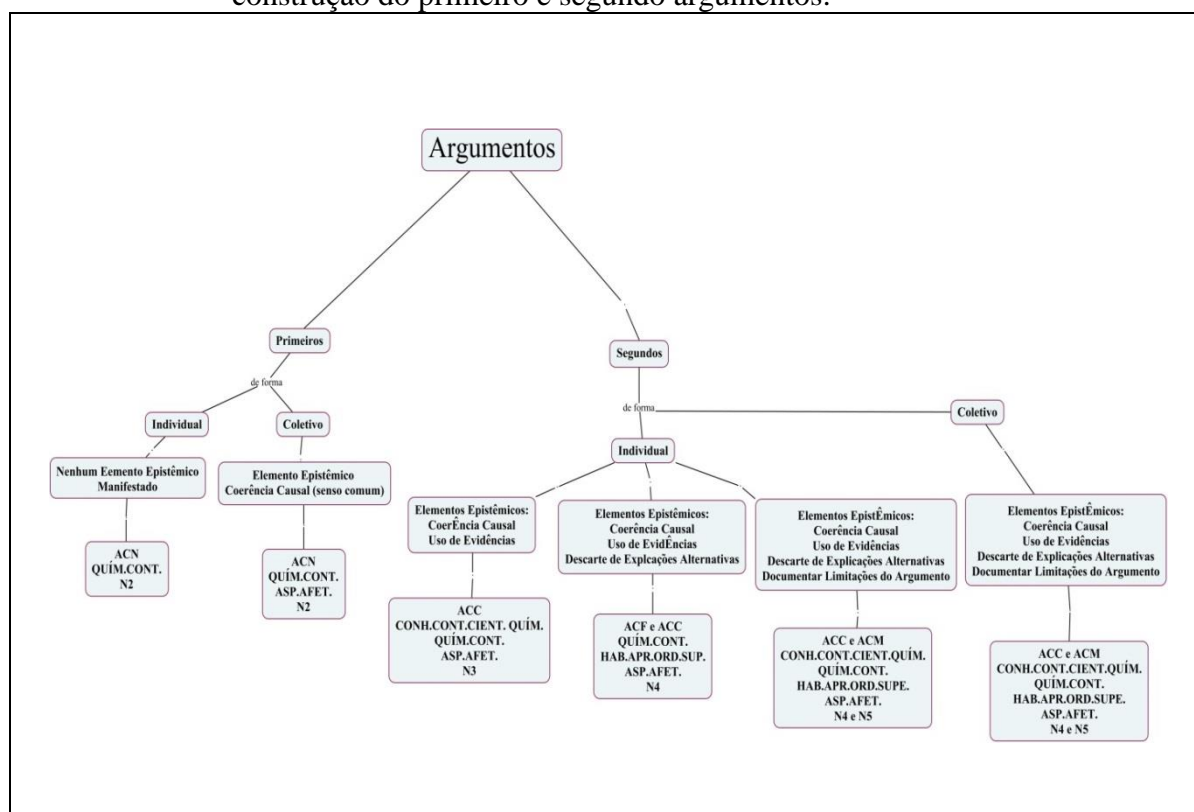
Essa mediação da pesquisadora não ocorreu na construção dos segundos argumentos das estudantes B, Y e T. Como discutido no capítulo anterior sobre o desenvolvimento metodológico desta pesquisa, a pesquisadora não teve a oportunidade de mediar a construção individual dos segundos argumentos das estudantes B, Y e T, uma vez que elas construíram esses argumentos de forma independente em um contexto distinto ao desenvolvimento da décima primeira aula, reservada para a construção dos segundos argumentos individuais.

A ausência na mediação da pesquisadora durante a construção dos segundos argumentos pelas estudantes B, Y e T, pode ter limitado a compreensão das estudantes sobre os elementos epistêmicos de maior demanda cognitiva: Descartar Explicações Alternativas e Documentar Limitações do Argumento, e por consequência pode ter limitado, também, a manifestação de habilidades superiores de níveis e dimensões de AC, AQ e HC.

Nesse sentido, sugerimos que, para possibilitar que os estudantes manifestem mais elementos epistêmicos na construção de seus argumentos, e que possam alcançar níveis e dimensões superiores de HC, AC, e AQ, é importante que o professor direcione atenção à mediação durante as discussões e explicações sobre o significado e função de cada elemento epistêmico, visando dessa forma, possibilitar aos estudantes o desenvolvimento da compreensão desses elementos epistêmicos na construção de argumentos científicos informados.

No Quadro 120 a seguir, buscamos apresentar um esquema geral sobre as relações anteriormente discutidas.

Quadro 120 - Relações manifestadas pelos estudantes de forma individual e coletiva na construção do primeiro e segundo argumentos.



Fonte: Da autora (2022).

Ao finalizar as análises e discussões sobre os dados obtidos no desenvolvimento desta pesquisa inferimos:

- elaborar e desenvolver uma SEI com o objetivo principal de ensinar os elementos epistêmicos contribuiu para a construção de argumentos científicos informados;
- quando os estudantes constroem argumentos científicos informados eles manifestam habilidades Cognitivas, de Alfabetização Científica e de Alfabetização Química de maior demanda cognitiva e de níveis superiores;
- o ensino da argumentação científica, a partir dos elementos epistêmicos, pode contribuir para a construção do conhecimento científico e químico e, também, para a formação cidadã dos estudantes, de modo a contribuir com a Alfabetização Científica que por sua vez, pode promover a manifestação de habilidades de posicionamento e senso crítico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar este trabalho, retomamos a questão que orientou o desenvolvimento desta pesquisa, “de que maneiras se relacionam a construção epistêmica de argumentos científicos e a promoção de Alfabetização Científica, de Alfabetização Química e a manifestação de Habilidades Cognitivas no ensino de Química na Educação Básica?”

Para responder essa questão, foi importante à elaboração e o desenvolvimento de uma SEI cujo objetivo central foi ensinar os estudantes a construírem argumentos científicos informados considerando os elementos epistêmicos, para então, investigarmos se os estudantes construíram argumentos científicos informados e, posteriormente, seguirmos a investigação sobre as possíveis relações entre a construção dos argumentos científicos informados e a promoção de Alfabetização Científica, Alfabetização Química e Habilidades Cognitivas.

A partir das análises e discussões desenvolvidas neste trabalho, inferimos que a questão de pesquisa foi respondida, e que este trabalho pode contribuir com pesquisas futuras que visam ensinar os estudantes a construírem argumentos científicos informados.

Nesse sentido, consideramos que o desenvolvimento de uma SEI com o objetivo de ensinar os estudantes a construírem argumentos científicos informados, demonstrou potencialidades para contribuir com o ensino da argumentação no ensino de Química na Educação Básica, uma vez que, os quatro estudantes participantes conseguiram construir argumentos científicos informados ao final da SEI, de modo que manifestaram em suas escritas, o posicionamento perante o tema discutido, assim como, também, os elementos epistêmicos Coerência Causal e Uso de Evidências.

A partir das análises dos argumentos construídos pelos estudantes, foi possível estabelecer relações profícuas entre a manifestação dos elementos epistêmicos e a manifestação de habilidades de Alfabetização Científica, Alfabetização Química, e também de Habilidades Cognitivas. Estabelecemos essa inferência, uma vez que foi possível identificar que, quando os estudantes conseguiram manifestar progressivamente os elementos epistêmicos na construção dos segundos argumentos, eles manifestaram, também, níveis e dimensões superiores de Alfabetização Científica e Alfabetização Química respectivamente, e Habilidades Cognitivas de ordem superior.

Inferimos ainda que a mediação da pesquisadora foi um importante aspecto para a elaboração de algumas reflexões, descritas a seguir.

Foi possível identificar que os segundos argumentos construídos de forma coletiva e de forma individual pelo estudante D, foram argumentos melhores estruturados e, também, foram argumentos nos quais os estudantes conseguiram manifestar todos os elementos epistêmicos, assim como habilidades de todas as dimensões de Alfabetização Química, habilidades de níveis mais científicos de Alfabetização Científica, como os níveis ACC e ACM, e Habilidades Cognitivas de alta ordem, alcançando os níveis N4 e N5. Ressaltamos que os segundos argumentos construídos pelo estudante D e de forma coletiva tiveram a mediação direta da pesquisadora.

Entretanto, a ausência no desenvolvimento da mediação dialogada da pesquisadora com as estudantes B, T e Y, se mostrou uma limitação a essa pesquisa, uma vez que, não foi possível a mediação de forma individual com as estudantes, devido à participação das três estudantes no desenvolvimento da aula, cujo foco foi à construção dos argumentos individuais finais, como discutidos no capítulo anterior.

Nesse sentido, consideramos importante sugerir para o desenvolvimento de pesquisas posteriores que visam o ensino da argumentação no ensino de Ciências, que sejam reservados mais momentos, do que os descritos neste trabalho, para a construção, avaliação e reconstrução dos argumentos, visando, dessa forma, possibilitar o desenvolvimento de discussões e explicações direcionadas aos elementos epistêmicos para a construção dos argumentos científicos.

Ressaltamos ainda que, neste trabalho foram desenvolvidas treze aulas com duração média de uma hora e trinta minutos, que correspondem em média a vinte e seis aulas com duração de cinquenta minutos. Nesse sentido, consideramos que o trabalho com a argumentação científica no ensino de Ciências requer tempo para o desenvolvimento de discussões, reflexões, levantamento e teste de hipóteses, sistematização, organização e retomada de ideias e raciocínios dos estudantes, constituindo assim, um processo no qual pode ser construído o conhecimento sobre a argumentação e também sobre a construção de argumentos científicos informados.

Nesse sentido, consideramos que é possível que o leitor possa questionar a viabilidade do desenvolvimento da SEI proposta e desenvolvida nesta pesquisa, em um contexto de sala de aula com cerca de quarenta estudantes e com aulas de cinquenta minutos. Consideramos que é viável o desenvolvimento da SEI nas condições anteriormente citadas, entretanto, ressaltamos que talvez sejam necessárias alterações no desenvolvimento da SEI e atividades aqui discutidas, considerando principalmente a limitação do tempo disponibilizado para o desenvolvimento das aulas na Educação Básica, e também a mediação do professor, que

difícilmente conseguirá ser individual, uma vez que no contexto de sala de aula, dificilmente teremos quatro estudantes para mediar, mas sim quarenta. Nesse sentido faz-se importante pensar em estratégias que auxiliem o professor mediar de forma coletiva e ampla a construção de argumentos científicos informados, como por exemplo, rodas de conversa, aplicação de jogos, utilização de softwares, apresentações expositivas dialogadas, entre outras.

Sugerimos também, que o ensino da construção de argumentos científicos informados possa ser extrapolado e relacionado com outras disciplinas do currículo escolar, e também pensado de forma continuada entre os três anos do Ensino Médio, de modo que possam ser reservados mais momentos durante a formação escolar dos estudantes, para o envolvimento deles nos processos da argumentação e na construção de argumentos científicos informados.

Outra limitação desta pesquisa que merece destaque foi à ausência no enfoque dado pela pesquisadora à relação entre o tema discutido, a construção dos argumentos científicos informados e o conteúdo químico de soluções, durante o desenvolvimento da SEI. A partir da análise dos dados, percebeu-se que os estudantes pouco manifestaram a relação supracitada, em decorrência da pouca ênfase direcionada pela pesquisadora durante as discussões.

Apesar de ser considerada uma limitação no desenvolvimento desta pesquisa, a relação entre a mediação da pesquisadora e a manifestação ou ausência na manifestação do conhecimento químico na construção dos argumentos finais, pode ser interpretada como um reforço à relevância do papel do professor na construção do conhecimento científico do cidadão seja de forma presencial ou remota, uma vez que, obtivemos no contexto desta pesquisa dados e análises sobre a interferência da mediação e enfoque da pesquisadora sobre o que foi manifestado pelos estudantes na construção de seus argumentos finais. Dados e análises que corroboram com as discussões sobre o importante papel do professor na construção do conhecimento dos estudantes de modo que possam se desenvolver e se formarem cidadãos ativos e críticos perante a sociedade.

Ressaltamos, ainda, a importância em considerar como pesquisas futuras, análises mais direcionadas quanto à mediação dos professores durante o ensino dos elementos epistêmicos, bem como, analisar a manifestação dos elementos epistêmicos e de habilidades de AC, AQ e HC pelos estudantes em seus discursos orais, uma vez que os estudantes podem não ter manifestado essas habilidades na escrita, mas podem ter manifestado de forma oral, uma vez que a escrita exige uma demanda cognitiva superior em relação à fala, de modo que, os estudantes podem ter encontrado dificuldades na manifestação de habilidades de ordem superior na escrita, dificuldades que poderiam ser superadas no discurso oral.

Outra perspectiva que consideramos importante está em investigar possíveis contribuições do ensino dos elementos epistêmicos no desenvolvimento de habilidades argumentativas, em momentos posteriores ao desenvolvimento da SEI, uma vez que consideramos que a manifestação de habilidades argumentativas no contexto desta pesquisa, requer análises distintas das necessárias para a investigação sobre o desenvolvimento de habilidades argumentativas.

Por fim, esperamos que o presente trabalho possa contribuir com pesquisadores, professores e estudantes interessados no desenvolvimento de pesquisas sobre o ensino da argumentação no contexto do ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. T. **Argumentação e raciocínio moral em questões sociocientíficas na formação de professores de ciências: o exemplo da eutanásia**. 2018. 99 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, 2018.
- BYBEE, R. W. **Achieving scientific literacy from purposes to practice**. Portsmouth, NH: Heinemann, 1997.
- CARMO, M. P. **Um estudo sobre a evolução conceitual dos estudantes na construção de modelos explicativos relativos a conceitos de solução e o processo de dissolução**. 2005. 195 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018, p.01-20.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, p. 89-100, 2003.
- ERDURAN, S.; PARK, J-Y.; YILMAZ, Y. O. Research trends on argumentation in science education: A journal content analysis from 1998-2014. **International Journal of STEM Education**, v. 2. p. 1-12, Dezembro de 2015.
- FERRAZ, A. T. **Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas de Física**. 2015. 175 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**, 63º. Ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P.; Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 17, 2015, p. 139-159, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- KELLY, G.J.; LICONA, P. **Epistemic practices and science education**. In: MATTHEWS, M.R. (ed.). *History, Philosophy and Science Teaching. Science: Philosophy, History and Education*, DOI 10.1007/978-3-319-62616-1_5. Springer, 2018, p. 139 -166.
- LOURENÇO. A. B.; MICHALISKI. L. F.; QUEIROZ. S. L. Estratégias didáticas distintas na promoção de ações pró- argumentação. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didacticas**. n. extraordinário, p. 2731 – 2736, 2017.
- OSBORNE, J. Hacia una pedagogia más social em la educación científica: el papel de la Argumentación. **Educación Química**. Cidade do México, v. 20, n. 2, p.156 – 165, 2009.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**, vol. 30, n. 8, p. 2035 – 2042, Novembro, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CONTEXTO BRASILEIRO. **Revista. Ensaio**. Belo Horizonte, v.13, n.02, p.13-30, mai-ago, 2011

SANDOVAL, W. A. Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanation. **The Journal of the learning sciences – Taylor & Francis, 2003.**

SANDOVAL, W. A.; REIESR, B. J. Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic Scaffolds for scientific inquiry. **Science Education – Wiley Online Library, 2004.**

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1570 – 1576, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciência da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49 – 67, novembro, 2015.

SILVA, F.N.; ABREU, R.V.A.; OLIVEIRA, I.M.; SILVA, R.A.; FARIA, F.D.; SUART, R.C. **Investigando a contribuição de uma sequência de aulas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e alfabetização científica por estudantes do ensino médio de química por meio da escrita**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218 p. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, ed. 9666, p. 01 – 28, 2018

SHWARTZ, Y.; BEN-ZVI, R.; HOFSTEIN, A. The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n.4, p.203-225, 2006.

TAVARES, E. C. **Argumentação no ensino de ciências padrões argumentativos dos estudantes do Ensino Médio sobre Fisiologia Animal**. 2018. 126 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Pará, Belém do Pará: Ed. UFPA, 2018.

APÊNDICE A – Atividade 1: Questionário Prévio.

1) O que você entende sobre argumentação?

2) De acordo com o seu conhecimento sobre argumentação, escolha, entre os critérios abaixo, o (s) que você considera ser ou serem importantes para a construção de argumentos científicos.

- Opinião própria
- Conclusão
- Opinião da maioria das pessoas (senso comum).
- Autoridade.
- Evidências/Dados
- Convicção.
- Conhecimento científico.
- Persuasão.
- Relação de causa e efeito.
- Manipulação.

3) Para cada uma das opções escolhidas na questão dois anterior, sobre os critérios que você considera importantes para a construção de argumentos científicos, justifique cada uma de suas escolhas.

4) Saber argumentar é importante para a participação em discussões que envolvem conceitos aprendidos nas aulas de Química? Justifique sua resposta.

5) O Roundup® é o agrotóxico mais utilizado no Brasil.

Seu consumo está relacionado às suas propriedades químicas, físico-químicas e bioquímicas, as quais proporcionam ao Roundup® alta eficiência como herbicida. Porém, sua utilização é tema de muitos debates e divergem opiniões em relação às consequências de contaminações ambientais e danos à saúde humana. É possível identificar vertentes que apoiam seu uso, como é o caso das pessoas envolvidas com a produção e consumo do agronegócio, e outras que se opõem, como é o caso das pessoas envolvidas com a produção e consumo de orgânicos.

Os argumentos considerados informados para o debate sobre a utilização de agrotóxicos como o Roundup® devem ser estruturados por conhecimento científico, como por exemplo, conhecimentos químicos, sociais, ambientais, tecnológicos, econômicos, históricos entre outros.

Neste sentido, você foi escolhido (a) para argumentar em um debate de televisão, evidenciando seu posicionamento, sobre a utilização ou não de um agrotóxico similar ao Roundup®.

Sendo assim, qual argumento científico você construirá para participar do debate?

6) É muito comum, em nosso cotidiano, o consumo de sucos em pó. Desenhe, com detalhes, a preparação de um suco em pó.

Caro aluno é importante evidenciar no seu desenho:

- A quantidade de água utilizada, a quantidade do suco em pó e a adição de algum outro composto.
- A classificação da mistura como homogênea ou heterogênea. Justificando sua escolha.
- Identificar o composto que é o soluto e o composto que é o solvente.

a) Considerando as quantidades dos compostos que você utilizou para preparar o seu suco, este está mais ou menos concentrado? Justifique sua resposta.

b) O que acontece com a concentração do suco preparado, se você aumentar a quantidade de água adicionada?

Observação: Elabore o desenho em seu caderno e envie a foto para a professora.

APÊNDICE C - Atividade 3: Analisando um argumento científico.

O Roundup® é o agrotóxico mais utilizado no Brasil.

Roundup® é o nome comercial para um agrotóxico da classe dos herbicidas (matam plantas), inicialmente fabricado pela empresa Norte Americana Monsanto, que em 2018, foi comprada pela empresa Alemã, Bayer. Esse agrotóxico é muito utilizado para matar plantas indesejadas em plantações de soja, milho entre outros, e, em pastos para gado ou em terrenos baldios.

O Roundup® tem como princípio ativo uma substância conhecida como Glifosato (N-(fosfometil) glicina), cuja fórmula molecular é, $C_3H_8NO_5P$.

O Glifosato é uma substância química, que possui alta solubilidade (propriedade físico-química) em água (12 g/L a 25 °C). Essa propriedade do Glifosato facilita o preparo de soluções cujas concentrações podem ser distintas. A alta solubilidade do Glifosato também promove facilidades nas condições de sua aplicação e sua absorção nas plantações, bem como no transporte no interior das plantas, ocasionando, assim, a morte delas.

Portanto, a solubilidade pode ser uma evidência científica que contribua para o entendimento de que o Roundup®/Glifosato seja o agrotóxico mais utilizado no Brasil.

Por meio da argumentação apresentada anteriormente, a qual evidencia a alta utilização do Glifosato no Brasil à suas propriedades físico-químicas, como a solubilidade, não evidencia-se a consideração de posicionamentos contra ou a favor sobre a sua utilização, considerando, por exemplo, os impactos ambientais, aspectos sociais, políticos bem como relações com outros conceitos científicos associados.

Neste sentido, pense nas seguintes questões para avaliar se este argumento pode ser considerado válido e científico, respondendo em seguida as questões.

Questões:

1) Podemos considerar que o argumento acima, sobre a utilização do Roundup®, pode ser considerado uma boa argumentação? Justifique sua resposta.

2) O argumento apresenta uma conclusão formulada? Justifique sua resposta.

3) É possível identificar no argumento o uso de evidências que sustentem essa conclusão? Justifique sua resposta.

4) É possível identificar no argumento relações causais entre as evidências? Justifique sua resposta.

Obs: Relações causais são relações entre evidências que explicam como e o porquê as coisas acontecem, um exemplo hipotético: A causa B, que causa C e por isso acontece D.

5) O argumento apresenta o descarte de explicações alternativas? Justifique sua resposta.

Obs: O descarte de explicações alternativas refere-se à ação de analisar alternativas distintas da apresentada no argumento, outras análises sobre a mesma situação, ou situação distinta, e considerar que a explicação construída é melhor do que as outras possibilidades de explicação, justificando essa escolha. O argumento deve documentar porque as explicações alternativas foram rejeitadas, em favor da explicação escolhida.

6) O argumento apresenta limitações da explicação construída? Justifique sua resposta.

Obs: Apresentar limitações da explicação refere-se à ação, de documentar dados, perspectivas e análises que não foram consideradas na explicação/argumento, mas que podem ser perspectivas relevantes.

APÊNDICE D - Atividade 4: Roteiro Experimental.

Preparo de soluções.

- 1) Em um béquer de 50 mL, adicionar utilizando uma proveta, 10 mL de água e 10 mL de leite de magnésia.

- 2) Pesar uma amostra de 0,66 g de sulfato de cobre penta hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
 - Transferir a amostra para um béquer de 50 mL.
 - Utilizando uma proveta adicionar 10 mL de água no béquer, visando à solubilização do $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
 - Com o auxílio de um funil e de um bastão de vidro, transferir a solução preparada para um balão volumétrico de 100 mL.

- 3) Pesar uma amostra de 1,00 g de sulfato de cobre penta hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
 - Transferir a amostra para um béquer de 50 mL.
 - Utilizando uma proveta adicionar 10 mL de água no béquer, visando a solubilização do $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
 - Com o auxílio de um funil e de um bastão de vidro, transferir a solução preparada para um balão volumétrico de 150 mL.

- 4) Em um béquer de 50 mL, adicionar 10 mL de água e 10 mL de óleo de soja.

Roteiro Experimental - Diluição de soluções.

- 1) Diluir a solução preparada a partir de 0,66 g ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) com o auxílio de uma proveta, transferindo 15 mL de água para o balão volumétrico, de modo que o volume dessa solução atinja 25 mL.
 - Repetir o procedimento acima, adicionando 25 mL de água, de modo que o volume dessa solução atinja 50 mL.
 - Adicionar água, até o menisco do balão volumétrico.

2) Diluir a solução preparada a partir de 1,0 g de $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$, com o auxílio de uma proveta, transferindo 15 mL de água para o balão volumétrico, de modo que o volume dessa solução atinja 25 mL.

- Repetir o procedimento acima, adicionando 25 mL de água, de modo que o volume dessa solução atinja 50 mL.
- Adicionar água, até o menisco do balão volumétrico.

3) Com o auxílio de uma pipeta graduada, retirar uma amostra de 1 mL da solução estoque de glifosato, e transferir a amostra para um balão volumétrico de 100 mL,

- Diluir a solução estoque de $C_3H_8NO_5P$, com o auxílio de uma pipeta graduada, transferindo 15 mL de água para o balão volumétrico, de modo que o volume dessa solução atinja 25 mL.
- Repetir o procedimento acima, adicionando 25 mL de água, de modo que o volume dessa solução atinja 50 mL.
- Adicionar água, até o menisco do balão volumétrico.

APÊNDICE E - Atividade 5: Preparo e diluição de soluções.

1) Considerando todas as misturas realizadas na atividade experimental demonstrativa, preencha o Quadro 3.

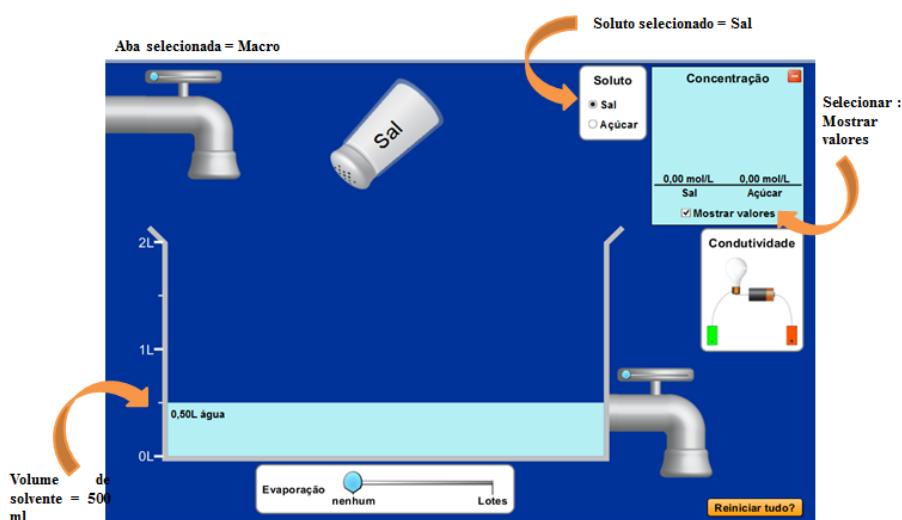
Quadro 3: Misturas e Soluções..

Evidências	Água e Leite de Magnésia	0,66 g de $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$	1,00 g de $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$	Água e Óleo	Solução estoque de $C_3H_8NO_5$
Coloração					
Intensidade da Coloração					
Homogênea					
Heterogênea					
Substâncias adicionadas					
Quantidade de cada substância					
Soluto					
Solvente					
Maior Concentração					
Menor Concentração					

APÊNDICE F - Atividade 6: Questões e orientações para a simulação utilizando o software PhET: Soluções de Açúcar e Sal.

Questões

1) Para cada ação desenvolvida na simulação do software *PhET: Soluções de Açúcar e Sal*, complete o Quadro 3 de acordo com as observações sobre os efeitos dessas ações na concentração das soluções.



Quadro 3. Efeitos na concentração de soluções.

Ações	Efeitos na Concentração
Adicionar mais soluto	
Adicionar mais água	
Evaporar água	
Retirar uma amostra da solução	

2) Considerando as ações abaixo, separe-as em dois grupos. Um grupo deve apresentar as ações que aumentam a concentração das soluções (sal e açúcar), e o outro grupo deve conter as ações que diminuem a concentração das soluções (sal e açúcar). Justifique sua resposta

- i) Adicionar mais soluto (sal ou açúcar).
- ii) Adicionar mais água.
- iii) Evaporar água.
- iv) Retirar uma amostra da solução.

3) Considerando as interações que ocorrem entre as partículas dos solutos e as partículas do solvente, descreva as suas observações sobre o comportamento das partículas em solução, de acordo com as situações propostas a seguir:

a)



ii. Descreva suas observações sobre o comportamento das partículas do soluto em solução:

iii. Descreva suas observações sobre o efeito na concentração após a adição de partículas do soluto:

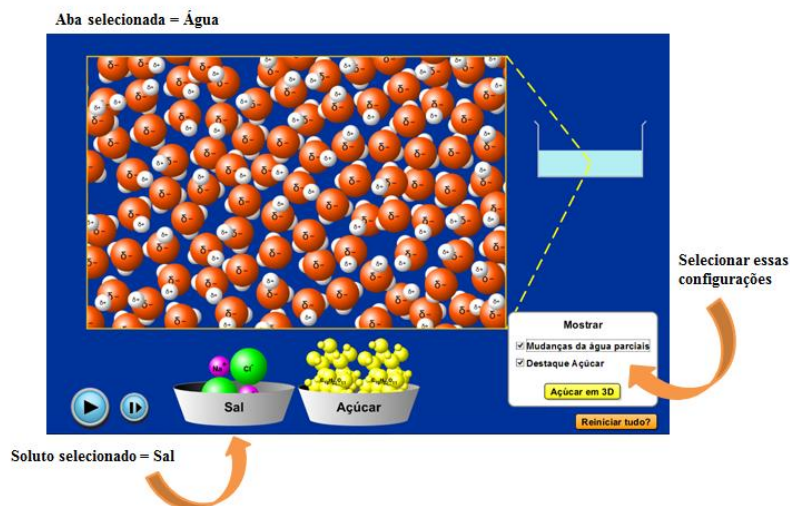
b)



iii. Descreva suas observações sobre o comportamento das partículas do soluto em solução:

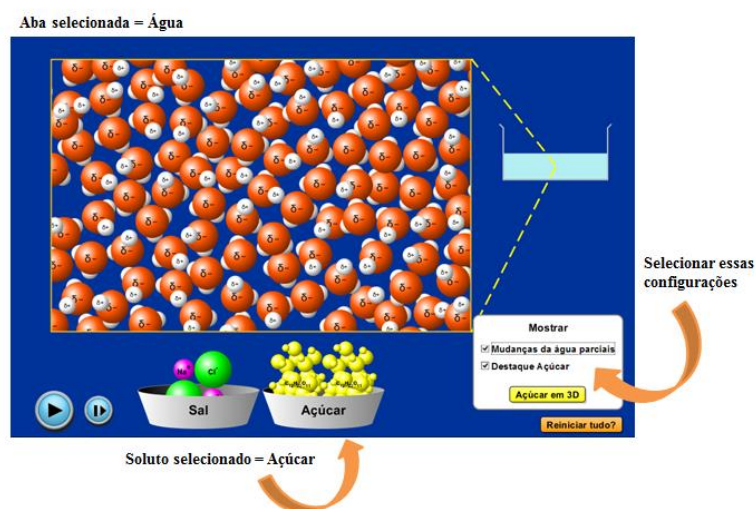
iv. Descreva suas observações sobre o efeito na concentração após a adição de partículas do soluto:

c)



ii. Descreva suas observações sobre o comportamento das partículas do soluto em solução:

d)



i) Descreva suas observações sobre o comportamento das partículas do soluto em solução:

4) Considerando as questões anteriores, construa uma explicação científica que relacione as interações que ocorrem entre soluto e solvente em uma solução, com as soluções de Sulfato de Cobre (II) e de Glifosato, preparadas na aula de atividades experimentais.

5) É muito comum, em nosso cotidiano, o consumo de sucos em pó. Desenhe com detalhes, a preparação de um suco em pó.

Caro aluno é importante evidenciar no seu desenho:

- A quantidade de água utilizada, a quantidade do suco em pó e a adição de algum outro composto.
 - A classificação da mistura como homogênea ou heterogênea. Justificando a sua escolha.
 - Identificar o composto que é o soluto e o composto que é o solvente.
- a) Considerando as quantidades dos compostos que você utilizou para preparar o seu suco, este está mais ou menos concentrado? Justifique sua resposta.
- b) O que acontece com a concentração do suco preparado, se você aumentar a quantidade de água adicionada?

APÊNDICE G - Atividade 7: Cálculo de concentração e diluição.

O comércio mundial de pesticidas cresce a cada ano. Embora muitas mudanças e inovações surjam conforme as necessidades do mercado; entre elas o advento das culturas transgênicas, resistentes a algumas pragas, o uso de herbicidas é destacado, visto que a maioria destas inovações não impede o florescimento de ervas daninhas no campo. Atualmente, o herbicida glifosato (N-(fosfonometil) glicina), não seletivo, sistêmico, pós-emergente, representa 60% do mercado mundial de herbicidas não seletivos.

Características físico-químicas favoráveis, baixo custo, alta adsorção no solo, flexibilidade de aplicação e baixa toxicidade tem ajudado a fazer do glifosato o herbicida mais usado.

Apesar de o glifosato ser citado como pouco tóxico, há evidências de efeitos deletérios (efeitos prejudiciais) no ambiente, principalmente devido à resistência adquirida por algumas espécies de ervas, após o seu uso prolongado. Em diversos tipos de cultivo, o glifosato costuma ser pulverizado, sendo, em geral, absorvido na planta através de suas folhas e dos caulículos novos. O herbicida é, então, transportado por toda a planta, agindo nos vários sistemas enzimáticos, inibindo o metabolismo de aminoácidos. As plantas tratadas com glifosato morrem lentamente, em poucos dias ou semanas e, devido ao transporte por todo o sistema, nenhuma parte da planta sobrevive.

De acordo com a bula do Roundup Original®, este agrotóxico é muito utilizado em culturas de algodão, arroz irrigado, café, cana-de-açúcar, citros, milho, soja, e soja geneticamente modificada, com o objetivo de matar plantas invasoras, que competem por nutrientes do solo com a cultura de interesse.

Para cada tipo de cultura e cada tipo de planta invasora, o fabricante recomenda uma concentração específica para a solução a ser aplicada, como pode ser observado, nos recortes da bula do Roundup Original®:

Figura 1: Composição do Roundup Original®.

ROUNDUP ORIGINAL DI

VERIFICAR RESTRIÇÕES DE USO CONSTANTES NA LISTA DE AGROTÓXICOS DO PARANÁ

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA sob nº 00513

COMPOSIÇÃO:

Sal de Di-amônio de N-(phosphonomethyl)glycine (GLIFOSATO).....	445 g/L (44,5% m/v)
Equivalente ácido de N-(phosphonomethyl)glycine (GLIFOSATO).....	370 g/L (37,0% m/v)
Outros Ingredientes.....	751 g/L (75,1% m/v)

Figura 2: Recomendações para aplicação de Roundup Original® em plantações de soja transgênica.

Recomendações para aplicação de ROUNDUP ORIGINAL DI em soja geneticamente modificada tolerante ao Glifosato:

QUADRO II

FOLHA LARGA					
Nome Científico	Nome Comum	Doses (Produto Comercial)		Estádio de Crescimento da Planta Infestante	Época DAE (em relação à cultura)***
		Dose L/ha*	Dose L / 100 litro água**		
<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga-fogo	1,75 a 2,75	0,875 a 1,375	Até 6 folhas Cerca de 10 cm de altura	Cerca de 25 dias Estádio da soja: V3
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Amendoim-bravo	2,5 a 2,75	1,250 a 1,375		
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabo-bravo	1,75 a 2,75	0,875 a 1,375		

* Dependente do estágio de desenvolvimento da planta infestante, menores doses para as plantas em pós-emergência precoce e as maiores doses para o maior estágio de crescimento indicado na tabela.

** As doses em g/100 L d'água referem-se a aplicações para pulverizadores costais manuais com vazão aproximada de 200 L/ha com bico de 110.01. Qualquer dúvida, utilizar os valores em litros/hectare.

***DAE = Dias após a emergência da cultura.

Estádio da soja: V3 – 3º trifólio completamente expandido.

Figura 3: Recomendações para aplicação de Roundup Original® em culturas de algodão, arroz irrigado, café, cana-de-açúcar, citros, milho e soja, para plantas invasoras de folha estreita, e folha larga.

CULTURAS: Algodão, arroz irrigado, café, cana-de-açúcar, citros, milho e soja.

PLANTAS INFESTANTES E DOSES:

QUADRO I

FOLHA ESTREITA			
Nome Científico	Nome Comum	Doses (Produto Comercial)	
		L/ha*	L/ 100 litro água**
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-brachiária	3 a 5	1,5 a 2,5
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-mamelada	1 a 2	0,5 a 1,0
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho	2 a 3	1 a 1,5
<i>Digitaria ciliaris</i>	Capim-colchão	2 a 3	1,0 a 1,5
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão	2 a 4	1,0 a 2,0
<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso	3 a 5	1,5 a 2,5
<i>Echinochloa colona</i>	Capim-jaú	1 a 3	0,5 a 1,5
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	2 a 5	1,0 a 2,5
<i>Oryza sativa</i>	Arroz-vermelho	2 a 4	1,0 a 2,0
<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião	5 a 6	2,5 a 3,0
<i>Saccharum officinarum</i>	Cana-de-açúcar	5 a 6	2,5 a 3,0
<i>Sorghum halepense</i>	Capim-massambará	4 a 6	2,0 a 3,0

FOLHA LARGA			
Nome Científico	Nome Comum	Doses (Produto Comercial)	
		L/ha*	L/ 100 litro água**
<i>Aeschynomene denticulata</i>	Ângiquinho	2 a 3	1 a 1,5
<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga-fogo	1 a 2	0,5 a 1,0
<i>Amaranthus viridis</i>	Caruru-de-mancha	1 a 2	0,5 a 1,0
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	2 a 3	1 a 1,5
<i>Conyza bonariensis</i>	Rabo-de-foguete	3 a 4	1,5 a 2,0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Amendoim-bravo	3 a 6	1,5 a 3,0

O Roundup®, bem como qualquer outra solução de Glifosato, é comercializado em soluções altamente concentradas, sendo assim, necessário desenvolver o procedimento de diluição dessa solução.

Considerando as informações do texto acima, responda as seguintes questões:

1) Que informações obtêm-se ao analisar a composição do Roundup Original®, descrita no recorte do rótulo de sua embalagem na Figura 1?

2) Sabendo que a concentração molar, molaridade (M), de uma solução é obtida pela equação abaixo, determine a molaridade da solução estoque de Roundup Original® da questão anterior.

$$c = \frac{n \text{ (quantidade de soluto em mol)}}{V \text{ (volume total da solução em litros)}}$$

3) Sabendo que 0,875 L (875 mL) é o volume mínimo necessário de Roundup Original®, para provocar a morte de plantas invasoras do tipo apaga-fogo, comuns em culturas de soja transgênicas, e que será preparado 100 L de solução para a aplicação, determine:

a) A concentração da solução final.

b) A quantidade de mol de glifosato na solução final.

4) Identifique evidências no texto, que possam ser utilizadas para enriquecer os argumentos científicos sobre o uso do Glifosato para a participação no debate de televisão.

5) Marque V para as alternativas que considerar verdadeiras e F para as alternativas que considerar falsas. Justifique cada uma de suas escolhas.

() Ao preparar uma solução de soro caseiro, na qual é adicionado sal e açúcar em água, não é necessário saber exatamente a proporção dos solutos adicionados.

() O café coado é uma solução comum na vida de muitas pessoas.

() As soluções de agrotóxicos não são prejudiciais à saúde e nem ao meio ambiente, por serem soluções muito diluídas, contendo pouca quantidade do princípio ativo do agrotóxico.

() O vinagre é uma solução, comumente utilizada para eliminar maus odores.

() Temos em nosso estômago, a solução de suco gástrico, rica em ácido clorídrico e enzimas.

6) Julgue verdadeira ou falsa a seguinte afirmação: ***Aprender sobre o conceito de soluções é importante.*** Justifique sua escolha.

APÊNDICE H - Atividade 8: Avaliação e reconstrução do argumento individual.

Questões.

1) Escreva todas as evidências sobre o glifosato, identificadas na atividade analisada, que possam contribuir com a construção do seu argumento científico para a participação no debate do programa de televisão.

2) Analisando a fotocópia do seu argumento construído na primeira aula, e considerando o Quadro 1 sobre os elementos para a construção de argumentos científicos válidos, preencha o Quadro 4 abaixo, justificando cada análise realizada. Na justificativa, você deve escrever se o argumento analisado contempla ou não os elementos para validar um argumento científico, justificando suas respostas.

Quadro 4: Elementos para a construção de argumentos científicos contemplados e não contemplados.

Elementos contemplados	
Quais elementos	Justificativas
Elementos não contemplados	
Quais elementos	Justificativas

3) Reescreva o argumento anteriormente construído (fotocópia), considerando os elementos para a construção de argumentos científicos válidos, bem como as evidências identificadas no material de consulta.

APÊNDICE I - Atividade 9: Avaliação e reconstrução do argumento coletivo.

Questões.

1) Considerando as evidências identificadas por todos os integrantes do grupo (fotocópia), escreva, após o a discussão em grupo, que evidências consideram relevantes para a reconstrução do argumento científico coletivo, para a participação no debate sobre a utilização do agrotóxico Roundup® (ou similar).

2) Analisando a fotocópia do argumento construído na segunda aula, pelo grupo, e considerando os elementos para a construção de argumentos científicos válidos, preencha o Quadro 6 abaixo, justificando cada análise realizada. Na justificativa, o grupo deve escrever se o argumento analisado contempla ou não os elementos para validar um argumento científico, justificando suas respostas.

Quadro 6. Elementos para a construção de argumentos científicos contemplados e não contemplado.

Elementos contemplados	
Quais elementos	Justificativas
Elementos não contemplados	
Quais elementos	Justificativas

3) Reescreva o argumento coletivo construído anteriormente (fotocópia), considerando os elementos para a construção de argumentos científicos válidos e, também, as evidências identificadas e discutidas pelo grupo, que foram consideradas relevantes para a reconstrução do argumento coletivo, para a participação no debate de televisão, sobre o uso do agrotóxico Glifosato.

APÊNDICE J – Texto para elaboração do vídeo.

Foi com o surgimento da Segunda Revolução Agrícola, dos tempos modernos, que a agricultura tradicional passa a ser substituída pela agricultura intensiva em insumos, denominada de *agricultura convencional* ou moderna. As origens de tais práticas teriam vindo de experiências com o cultivo de cereais em 1850, ao passo que as mesmas mostraram que era possível o plantio por meio da monocultura de cereais durante anos sobre o mesmo solo empregando-se “apenas” fertilizantes químicos. Assim, a Segunda Revolução Agrícola, apoiada por um conjunto de incentivos de políticas agrícolas nos Estados Unidos e Europa, ficou conhecida internacionalmente por “Revolução Verde”.

Os conhecimentos e aparatos tecnológicos pertencentes à lógica da Revolução Verde, dentre eles a manipulação genética e agroquímicos, possibilitaram e possibilitam o cultivo de inúmeros alimentos, independente das condições climáticas e do espaço local. Originando, na maioria dos casos, uma maior produtividade de alimentos.

Foi na década de 60 do século XX que o movimento denominado de Revolução Verde veio com a bandeira de diminuir o sofrimento do sujeito do campo, juntamente com a redução da fome em países considerados com “déficit de alimentos. Assim, as inovações tecnológicas na agricultura oriundas de tal movimento possibilitaram a obtenção de maior produtividade através do desenvolvimento de pesquisas em melhoramentos de sementes, fertilização de solo, utilização de agroquímicos e mecanização do campo.

Sobre as pesquisas em relação ao melhoramento de sementes, podemos destacar as pesquisas sobre a soja transgênica, conhecida como soja Roundup Ready, que pela definição da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA):

Existem vários tipos de soja transgênicas sendo desenvolvidas atualmente. A mais conhecida e plantada comercialmente é uma planta que recebeu, por meio de técnicas da biotecnologia, um gene de um outro organismo capaz de torná-la tolerante ao uso de um tipo de herbicida, o glifosato*. Esse gene foi extraído de uma bactéria do solo, conhecida por *Agrobacterium*, e patentado por uma empresa privada com o nome CP4-EPSPS. Estruturalmente, é muito parecido com os genes que compõem o genoma de uma planta. Quando inserido no genoma da soja, tornou a planta resistente à aplicação do herbicida. Essa novidade chegou ao campo pela primeira vez nos Estados Unidos, na safra de 1996. No ano seguinte, os agricultores argentinos também já aderiram à novidade. Com a nova tecnologia, ficou mais fácil para os agricultores controlarem a planta daninha sem afetar a soja.

* O glifosato é um produto comumente utilizado pelos agricultores no controle de plantas daninhas e limpeza de áreas antes do plantio de uma cultura. Suas moléculas se ligam a uma proteína vital da planta, impedindo seu funcionamento e ocasionando sua morte. (EMBRAPA).

O glifosato é um agrotóxico do tipo não seletivo, essa propriedade lhe confere a capacidade de atuar como herbicida (matar) em qualquer tipo de planta, sendo assim, a ação do glifosato pode afetar a plantação de interesse. Portanto, com o advento da expansão do uso de glifosato, veio o advento da soja transgênica. Tal situação promove condições para o aumento no consumo do glifosato, uma vez que, permite aplicações em maiores quantidades e elevadas concentrações.

No contexto brasileiro, entre os conhecimentos e práticas da agricultura convencional empregada destacam-se, devido aos seus impactos ao meio ambiente, a larga utilização de agrotóxicos, fertilizantes e sementes transgênicas no processo de produção de alimentos. Embora o início da implantação de novas técnicas agrícolas no Brasil tenha ocorrido no período pós Segunda Guerra Mundial – muitas delas frutos de estudos e artefatos oriundos da indústria bélica – foi apenas nas décadas de 60 e 70 que ocorreu o aumento significativo da produção agrícola, juntamente com inúmeros impactos negativos em diferentes esferas do meio ambiente, causados por tal modo de produção.

No entanto, existem controvérsias acerca dos benefícios de tais práticas agrícolas. No Brasil, por exemplo, o uso de agrotóxicos tem sido objeto de intensos debates nas últimas décadas, de modo que abordar a utilização de agrotóxicos no contexto brasileiro envolve considerar pelo menos dois posicionamentos. O primeiro diz respeito à lógica econômica, segundo a qual o uso dos agrotóxicos é primordial para a maioria dos sistemas produtivos rurais brasileiros, sendo considerado em 2009 o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Sob este prisma, as práticas agrícolas convencionais aumentam a produtividade e, conseqüentemente, reduzem as demandas por recursos naturais e tecnológicos, aumentando assim a oferta de produtos e diminuindo os custos para os consumidores. Acredita-se que por meio de tal sistema de produção de alimentos se permite maior acesso da população aos bens produzidos, elevando, deste modo, as condições de saúde, com o aumento na quantidade/qualidade dos alimentos consumidos.

Nas tabelas 1.1 e 1.2 são apresentados dados sobre a produção agropecuária brasileira entre os anos de 2002 e 2011; na primeira, os dados indicam que, no período, alguns alimentos adotados no cotidiano de boa parte dos brasileiros (arroz, feijão e mandioca) continuaram com a mesma área plantada, enquanto soja, milho, sorgo e algodão tiveram aumentos de área plantada; na segunda, observa-se expansão da produção para exportação e/ou para alimentar animais em regime de monocultura e confinamento.

Além disso, parte da cana-de-açúcar, que também teve aumento importante da área plantada, irá se transformar em etanol e parte do óleo de soja em biodiesel, implementando o ciclo de transformação dos alimentos em biocombustíveis.

No quadro 1.1, mostra-se o crescente consumo de agrotóxicos e fertilizantes químicos pela agricultura brasileira, proporcional ao aumento das monoculturas, cada vez mais dependentes dos insumos químicos. O uso de agrotóxicos foi calculado com base em dados de 2008 a 2010 divulgados pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agropecuária (SINDAG, 2009; 2011), e para o período de 2002 a 2007 foi feita estimativa utilizando-se o consumo médio em cada cultura por hectare, com base nos dados divulgados, na produção anual informada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) e em projeção elaborada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL. MAPA, 2010). A quantidade de fertilizantes químicos por hectare (kg/ha), calculada com base em dados divulgados pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2011), chama a atenção nos casos da soja (200 kg/ha), do milho (100 kg/ha) e do algodão (500 kg/ha).

Tabela 1.1- Produção agrícola brasileira de 2002 a 2011, em milhões de hectares

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Algodão	0,8	0,7	1,2	1,3	0,9	1,1	1,1	1,2	1,4	1,7
Arroz	3,2	3,2	3,8	4,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,9	2,8
Borracha	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Café	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,1	2,2
Cana	5,2	5,4	5,6	5,8	6,4	7,1	8,2	9,5	10,0	11,0
Feijão	4,3	4,4	4,3	4,0	4,2	4,0	4,0	4,0	4,3	3,7
Mandioca	1,7	1,6	1,8	1,9	2,0	1,9	2,0	2,1	1,8	1,8
Milho	12,3	13,3	12,9	12,2	13	14	14,7	15,5	13,6	13,6
Soja	16,4	18,5	21,6	23,4	22,1	20,6	21,1	21,6	22,2	22,7
Sorgo	0,5	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	1,1	0,8	0,7
Trigo	2,2	2,6	2,8	2,4	1,8	1,9	2,4	2,6	2,4	2,2
Citrus	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Outros	4,5	4,5	4,7	5,1	5,1	4,9	4,8	4,8	6,4	7,8
Total	54,5	58,5	63,0	64,3	62,6	62,3	65,3	68,4	69,0	71,2

Fontes: IBGE/SIDRA (1998-2011) e MAPA (2010).

Tabela 1.2 - Produção pecuária brasileira de 2002 a 2011, em milhões de cabeças

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bovino	185,3	195,6	204,5	207,2	205,9	199,8	202,3	204,9	209,5	213,7
Suíno	31,9	32,3	33,1	34,1	35,2	35,9	36,8	37,7	39,0	39,7
Frangos	703,7	737,5	759,5	812,5	819,9	930	994,3	1.063	1.028,2	1.048,7
Galinhas	180,4	183,8	184,8	186,6	191,6	197,6	207,7	218,3	210,8	215,0
Outros	39,1	40	41,1	42,6	43,4	42,8	44,4	46	48,9	49,9
Total	1.140,5	1.189,2	1.223	1.282,8	1.296	1.406,2	1.485,5	1.569,9	1.536,3	1.567

Fontes: IBGE/SIDRA (1998-2011) e MAPA (2010).

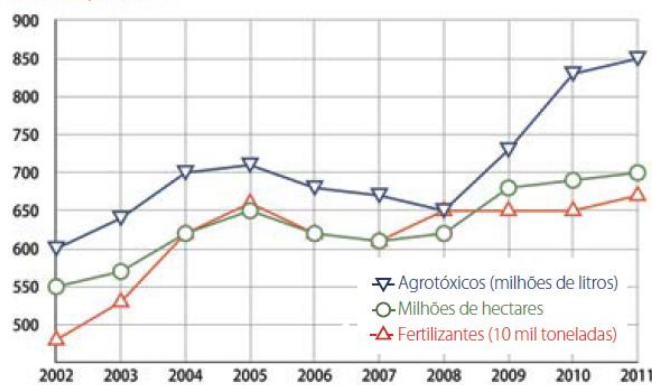
Quadro 1.1 - Consumo de agrotóxicos e fertilizantes nas lavouras do Brasil, de 2002 a 2011

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Agrotóxicos (milhões de l)	599,5	643,5	693,0	706,2	687,5	686,4	673,9	725,0	827,8	852,8
Fertilizante (milhões de Kg)	4.910	5.380	6.210	6.550	6.170	6.070	6.240	6.470	6.497	6.743

Fontes: SINDAG (2009, 2011), ANDA (2011), IBGE/SIDRA (1998-2011) e MAPA (2010).

Na figura 1.1, nota-se que o consumo médio de agrotóxicos vem aumentando em relação à área plantada, ou seja, passou-se de 10,5 litros por hectare (l/ha) em 2002 para 12 l/ha em 2011. Tal aumento está relacionado a vários fatores, como a expansão do plantio da soja transgênica, que amplia o consumo de glifosato, a crescente resistência das ervas “daninhas”, dos fungos e dos insetos demandando maior consumo de agrotóxicos e/ou o aumento de doenças nas lavouras, como a ferrugem asiática na soja, o que aumenta o consumo de fungicidas. Importante estímulo ao consumo advém da diminuição dos preços e isenção de impostos dos agrotóxicos, fazendo com que os agricultores utilizem maior quantidade por hectare. Quanto aos fertilizantes químicos, à média de consumo por hectare continuou no mesmo nível no período.

Figura 1.1 - Produção agrícola e consumo de agrotóxicos e fertilizantes químicos nas lavouras do Brasil, 2002-2011



Fontes: SINDAG (2009; 2011), ANDA (2011), IBGE/SIDRA (1998-2011) e MAPA (2010).

O segundo posicionamento, entretanto, apresenta os argumentos que advertem para os prejuízos, em diferentes esferas do ecossistema, do uso de agrotóxicos. Os quais abarcam, por exemplo, a marginalização da agricultura familiar, a perda de biodiversidade, a contaminação ambiental e diferentes tipos de intoxicação, como evidencia o “Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde” (Carneiro, Augusto, Rigotto, Friedrich & Búrigo, 2015).

A toxicidade aguda (sintomas a curto prazo, imediato ou em poucas horas) deste pesticida é considerada baixa. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a dose letal mediana (LD50) oral do glifosato puro em ratos é de 4.230 mg/kg, enquanto que o

fabricante (Monsanto) cita LD50 de 5.600 mg/kg. A toxicidade relativamente baixa pode ser atribuída à modalidade bioquímica de ação do glifosato em um caminho metabólico nas plantas (chamado mecanismo do ácido “shikimico”), similar ao existente em alguns micro-organismos mais complexos, não existindo, entretanto, em animais. O glifosato pode, no entanto, impedir a ação de funções enzimáticas nos animais.

Apesar da toxicidade relativamente baixa do glifosato, alguns dos componentes de seus produtos formulados apresentam-na mais elevada que o ingrediente ativo. As formulações encontradas no mercado contêm, geralmente, surfactante, que são “moléculas que auxiliam o rompimento da tensão superficial da água, são adicionados aos agrotóxicos para aumentar as propriedades de dispersão destes e melhorar a aderências na cutícula das folhas” CARRASCHI et al (2011). Alguns destes são irritantes sérios, tóxicos para peixes. Os tipos mais extensamente usados em formulações do glifosato são as etilaminas.

Os compostos deste grupo de surfactantes são significativamente mais tóxicos do que o glifosato, causando sérias irritações nos olhos, sistema respiratório e pele.

Os estudos crônicos (poucas doses, há longos prazos) de alimentação não mostraram perda de peso, efeitos ao sangue e pâncreas ou, ainda, evidência de carcinogenicidade nos seres humanos.

Entretanto, um estudo realizado por Luoping e colaboradores em fevereiro de 2019, apresenta uma pesquisa que busca investigar a existência de uma “associação entre exposições cumulativas elevadas a herbicidas a base de glifosato e aumento do risco de linfoma não-Hodgkin (LNH) em humanos” (LUOPING e colaboradores, 2019, p. 186).

Nesse trabalho os autores concluem que existe uma relação direta entre o contato com herbicidas a base de glifosato e o aumento no risco de desenvolver o linfoma não-Hodgkin.

De acordo com o Instituto Nacional de Câncer – Ministério da Saúde, o linfoma não Hodgkin é um tipo de câncer que atinge as células do sistema linfático, este por sua vez, é o principal sistema de defesa do organismo. Esse câncer se espalha de forma não ordenada, e pode ter início em qualquer parte do corpo, uma vez que, o tecido linfático está presente em todo o corpo humano.

Nos Estados Unidos, já são contabilizados três casos judiciais, nos quais a empresa responsável pela comercialização do glifosato foi condenada a pagar indenizações às pessoas que desenvolveram o linfoma não-Hodgkin, após contato prolongado com o agrotóxico.

Estudos feitos com ratos demonstraram perda de peso, descarga nasal e morte de matrizes grávidas, além de desordens digestivas. Em plantas, o glifosato apresenta grande toxicidade, exceto em caules suberizados (encontrados na região do cerrado, possuem troncos

com aparência de cortiça). Entre os efeitos agudo e crônico, em seres humanos, são citados: dermatite de contato e síndrome tóxica após a ingestão de doses elevadas (epigastria, ulceração ou lesão de mucosa gástrica, hipertermia, anúria, oligúria, hipotensão, conjuntivite, edema orbital, choque cardiogênico, arritmias cardíacas, edema pulmonar não-carcinogênico, pneumonite, necrose tubular aguda, elevação de enzimas hepáticas, aumento da quantidade de leucócitos, acidose metabólica e hipercalcêmica.

Quanto aos aspectos toxicológicos, o glifosato é irritante dérmico e ocular, podendo causar danos hepáticos e renais quando ingerido em doses elevadas. O composto é absorvido por via oral e dérmica, sendo excretado principalmente na urina.

No entanto, sendo não seletivo, o largo espectro de atividade do herbicida conduz à destruição de ambientes naturais e de fontes de alimento de alguns pássaros e anfíbios, levando à redução das populações. Um exemplo extremo é uma espécie de sapo da região de Houston, considerada espécie em perigo de extinção devido à destruição de seu *habitat* pelo glifosato.

Os peixes e os invertebrados aquáticos são os mais sensíveis a este herbicida e aos outros componentes de seus produtos comerciais. Em estudos recentes, onde vários herbicidas foram avaliados quanto a sua ação sobre micro-organismos, observou-se que o glifosato apresenta a segunda maior toxicidade para bactérias e fungos, apresentando, ainda, efeitos adversos em alguns invertebrados do solo, incluindo ácaros.

APÊNDICE K - Atividade 11: Interpretando o vídeo.

Questões.

- 1) Escreva qual (ais) a (s) ideias centrais do vídeo.

- 2) Escreva as evidências identificadas no vídeo.

- 3) Complete o Quadro 7, de acordo com a classificação das evidências identificadas.

Quadro 7: Classificação das evidências.

Classificação	Evidências
Históricas	
Políticas	
Econômicas	
Ambientais	
Tecnológicas	
Químicas	
Bioquímicas	
Toxicidade para a saúde	
Termos específicos do Glifosato	

- 4) Construam relações causais entre as evidências identificadas e o uso do glifosato.

APÊNDICE L - Atividade 13: Construção individual de argumentos científicos.**Questão:**

Considerando a apresentação sobre os conceitos químicos e bioquímicos da ação herbicida do glifosato.

a) Identifique e escreva todas as evidências químicas e bioquímicas identificadas por você.

b) Justifique cada uma das evidências identificadas por você, de modo a destacar a importância dessas evidências para o enriquecimento dos argumentos científicos, construídos para a participação no debate de televisão, sobre o agrotóxico glifosato.

APÊNDICE O - Atividade 16: Questionário Pós.

1) O que você entende sobre argumentação?

2) De acordo com o seu conhecimento sobre argumentação, escolha, entre os critérios abaixo, o (s) que você considera ser ou serem importantes para a construção de argumentos científicos. Justifique suas escolhas.

Quadro 9. Avaliação dos critérios para a construção de argumentos científicos.

Crítérios para a construção de argumentos científicos	Justificativas
Opinião própria	
Conclusão	
Opinião da maioria das pessoas (senso comum)	
Autoridade	
Evidências/Dados	
Convicção	
Conhecimento científico	
Persuasão	
Relação de causa e efeito	
Manipulação	

3) Saber argumentar é importante para a participação em discussões que envolvem conceitos aprendidos nas aulas de Química? Justifique sua resposta.

4) É muito comum, em no cotidiano de agricultores, o consumo de Roundup® para a eliminação de plantas indesejadas na lavoura. Sabendo que o Glifosato é o princípio ativo desse agrotóxico, desenhe com detalhes, a preparação de uma solução para aplicação desse agrotóxico.

Importante evidenciar no desenho:

- A quantidade de soluto, solvente, e/ou a adição de alguma outra substância.
- A classificação da mistura como homogênea ou heterogênea.
- A identificação da substância que atua como o soluto e a que atua como o solvente.

- Considerando as quantidades das substâncias que você utilizou para preparar a solução, você considera que ela está mais ou menos concentrada? Justifique sua resposta.

a) O que acontece com a concentração da solução preparada, se você aumentar a quantidade de água adicionada?

b) Você utilizaria essa solução? Justifique sua resposta.

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Prezado(a) Senhor(a),

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa de mestrado intitulada *O desenvolvimento de habilidades argumentativas por estudantes de Química do Ensino Médio por meio dos processos de ensino e aprendizagem do conceito de Soluções*, de forma totalmente voluntária, do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Federal de Lavras, pela mestranda ***Déborah Teixeira Melo***.

Esta pesquisa tem como objetivo, promover condições para que os estudantes participem ativamente da construção de seu conhecimento, por meio de seu envolvimento em discussões e desenvolvimento de atividades sobre o conceito químico de soluções, sobre conceitos da argumentação científica e sobre o tema agrotóxicos, podendo assim, contribuir com a criticidade e autonomia dos estudantes, assim como também, com os processos de aprendizagem dos estudantes, sobre outros conceitos químicos que se relacionam com o conceito de soluções, como por exemplo, compostos químicos, solubilidade, interações moleculares, entre outros. Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo; privacidade e acesso aos resultados da pesquisa.

I - PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Para a coleta de dados, será desenvolvida uma sequência de aulas durante as aulas de Química, objetivando a obtenção de dados sobre as interações entre os estudantes e entre eles e a professora, sendo essas interações, oriundas das discussões propostas.

Durante o desenvolvimento das aulas, será proposto aos estudantes o desenvolvimento de atividades que também serão consideradas como dados para esta pesquisa.

É importante ressaltar que as aulas serão gravadas, entretanto, não serão divulgadas nenhuma imagem e/ou identidade dos participantes, de nenhuma forma. As gravações têm como objetivo, fornecer condições para as análises dos dados relacionados às interações e ao desenvolvimento das atividades propostas.

Quando necessário para a pesquisa, às transcrições das gravações e as produções textuais dos estudantes poderão ser divulgadas, sendo vinculadas a pseudônimos, preservando a identidade dos estudantes e da escola a que estão vinculados.

Os dados coletados, vídeos, gravações e produções textuais, serão guardados permanentemente pela pesquisadora.

Esta pesquisa não apresenta a previsão de gastos e nem de riscos significativos aos participantes, portanto não há previsão de ressarcimentos.

II- RISCOS ESPERADOS

Nesta pesquisa não há riscos previsíveis de nenhuma ordem, uma vez que o envolvimento dos participantes nesta, se restringe às atividades escolares de interações discursivas e produções textuais.

Entretanto considera-se relevante destacar, a possibilidade da existência de riscos MÍNIMOS inerentes ao desenvolvimento de qualquer pesquisa com seres humanos, ainda que desconhecidos pela pesquisadora.

III – BENEFÍCIOS

Podem ser considerados benefícios diretos aos participantes desta pesquisa, a promoção de condições para que estes desenvolvam e construam seus conhecimentos, se alfabetizem cientificamente e aprendam a argumentar de modo científico, podendo assim contribuir para a formação cidadã crítica e atuante na sociedade, bem como para a tomada de decisões e posicionamentos críticos dos estudantes participantes.

Considera-se também como benefícios diretos aos participantes, a promoção de condições para o desenvolvimento de habilidades avaliadas em processos seletivos seriados e no ENEM, uma vez que, os conceitos químicos previstos para as discussões durante o desenvolvimento desta pesquisa são comumente abordados nesses processos seletivos, assim como também as habilidades argumentativas que visamos promover por meio das atividades propostas, são habilidades avaliadas na elaboração da redação desses processos seletivos.

IV – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

Não há previsão de riscos significativos no desenvolvimento desta pesquisa, portanto não há previsão de suspensão desta.

V - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu _____,
responsável pelo menor _____,
certifico que, tendo lido as informações acima e suficientemente esclarecido (a) de todos os

itens, estou plenamente de acordo com a realização da pesquisa. Assim, eu autorizo a execução do trabalho de pesquisa exposto acima.

Lavras, _____ de _____ de 20__.

Nome (legível) / RG

Assinatura

ATENÇÃO! Por sua participação, você: não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira; será ressarcido de despesas que eventualmente ocorrerem; será indenizado em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa; e terá o direito de desistir a qualquer momento, retirando o consentimento sem nenhuma penalidade e sem perder quaisquer benefícios. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-5182.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada com o pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.

No caso de qualquer emergência entrar em contato com o pesquisador responsável pelo telefone disponibilizado.

Déborah Teixeira Melo