



Abrindo espaços para a argumentação por meio de um estudo de caso sociocientífico no ensino fundamental: um olhar para as estruturas de interação

Opening space for argumentation through a socioscientific case study in elementary education: a look at interaction structures

T. S. Silva*; A. C. T. Silva

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, Jardim Rosa Elze, 49107-230, São Cristóvão - Sergipe, Brasil

**talitasilvabio@gmail.com*

(Recebido em 23 de agosto de 2025; aceito em 01 de dezembro de 2025)

Este artigo apresenta uma pesquisa que teve por objetivo analisar o processo de argumentação desenvolvido ao longo de uma sequência de ensino investigativa (SEI), baseada em um caso sociocientífico. A análise relaciona tal processo à natureza do caso, aos padrões de interação verificados entre os alunos e a professora e à estrutura da sequência. A intervenção ocorreu em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Aracaju/SE. Para o planejamento da SEI, foram considerados princípios do ensino por investigação e a concepção de Ciclo Investigativo. Os dados produzidos mediante videogravações foram analisados por meio de categorias voltadas às interações discursivas e a modelos de argumentação dispostos na literatura. A análise destaca os padrões de interação entre os alunos e a professora e as estratégias desta última para colocar em prática a proposta da SEI, de modo a gerar um ambiente propício à elaboração de argumentos.

Palavras-chave: argumentação, sequência de ensino investigativa, caso sociocientífico.

This paper presents a research that aimed to analyze the argumentation process developed throughout an Inquiry-Based Teaching Sequence organized around a socio-scientific case. The analysis relates this process to the nature of the case, the interaction patterns observed between students and teacher, and the structure of the sequence. The intervention took place in a 6th-grade class at a public school in Aracaju/SE. The planning of teaching sequence considered principles of inquiry-based teaching and the concept of the Investigative Cycle. The data produced through video recordings were analyzed considering categories related to discursive interactions and argumentation models found in the literature. The analysis highlights the interaction patterns between students and the teacher and teacher's strategies for implementing the teaching proposal, in order to create an environment conducive to the development of arguments.

Keywords: argumentation, investigative teaching sequence, socio-scientific case.

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e as mudanças culturais têm cada vez mais evidenciado a fragilidade dos conhecimentos socializados nas mídias e variadas fontes de informação. Torna-se urgente, portanto, o investimento da escola no desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, em sua capacidade de argumentar e avaliar argumentos na perspectiva científica, assim como na construção de uma concepção acerca da natureza da ciência e de suas relações com a sociedade compatível com perspectivas epistemológicas contemporâneas.

O investimento na Alfabetização Científica (AC) caracteriza-se como uma forma de ensino que possibilita a percepção da ciência como construção social. Nessa perspectiva, busca-se investir, na escola, em processos investigativos que contribuam para a construção de conhecimentos e estimulem as habilidades comunicativa e argumentativa dos alunos, formando sujeitos críticos, com capacidade de analisar e tomar decisões diante de questões que envolvem ciência e tecnologia inseridas em um contexto social [1]. A AC pode ser entendida como um processo pelo qual os alunos passam a interagir com uma nova cultura, elaborando uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, a qual lhes possibilita se envolverem com o

mesmo de forma crítica e consciente e fazerem uso dos conhecimentos científicos na tomada de decisões diante das variadas questões com as quais se deparam.

A fim de despertar no aluno uma postura participativa e questionadora, a qual é preconizada nos estudos sobre AC, a abordagem de temas sociocientíficos, por meio do ensino investigativo, tem sido percebida como algo promissor. O ensino investigativo possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, além de favorecer a cooperação entre eles e a compreensão da natureza social do trabalho científico [2]. Aliado às atividades investigativas, o uso de questões sociocientíficas (QSC) é oportuno para o processo de ensino e aprendizagem, pois envolve situações-problema que se expressam em questões sociais e reais. Nessa direção, o ensino de ciências inclui questões que possibilitam diálogos e debates em sala de aula, na busca por respostas. Os argumentos que emergem deste processo são construídos coletivamente pelos alunos com base em textos, imagens, gráficos e evidências proporcionadas pela investigação [3]. Assim, o ensino por investigação estabelece condições para que os alunos possam pensar, falar, ler e escrever, levando em consideração o conhecimento em construção, o qual se evidencia nos argumentos que produzem [4]. Tal abordagem possibilita o desenvolvimento de uma visão não deturpada da ciência e do trabalho científico, uma vez que gera oportunidades para que sejam desenvolvidas atividades típicas da ciência, como elaboração e teste de hipóteses, produção e análise de dados e construção e avaliação de asserções de conhecimentos por meio da argumentação [5].

Desde a década de 1990, a pesquisa sobre argumentação no ensino de ciências vem se fortalecendo, apresentando, atualmente, uma vasta produção [6-16, por exemplo]. Um olhar atento à literatura sobre o tema no Brasil, evidencia vários estudos que se voltam para os anos iniciais do Ensino Fundamental [17-20, por exemplo]. Outros analisam o desenvolvimento de argumentos e explicações por parte de alunos do Ensino Médio [21-24] e há, ainda, os que se voltam para o Ensino Superior [25-27]. Destacamos, todavia, que, apesar do aumento do número de pesquisas sobre a argumentação desde a década de 1990, é perceptível certa precariedade quando se trata daquelas que se voltam para os anos finais do Ensino Fundamental, quando este é comparado a outros níveis de ensino [28]. Além disso, são raros os estudos que tratam de Questões Sociocientíficas neste nível. Vale ressaltar também que, quando se trata de abordagem didática, o foco é no ensino por investigação, porém pouco se discute sobre uma variedade de estratégias que, aliadas a tal abordagem, mobilizam o discurso argumentativo, como se tem nos estudos de caso, por exemplo.

Os estudos de caso, enquanto estratégia didática, constituem-se em narrativas de situações que podem ser fictícias ou reais, envolvendo uma problemática vivida por seus personagens, a qual serve de ponto de partida para uma investigação pelos alunos, a fim de solucionarem o caso. Tal estratégia tem sido percebida como favorável à elaboração de argumentos, sendo, entretanto, predominantemente verificada em pesquisas do Ensino Superior [29, 30].

Outro aspecto que chama atenção é a falta de pesquisas que abordem as estruturas de interação relacionadas à produção de argumentos. A percepção dessas estruturas interacionais pode evidenciar o espaço gerado para a argumentação em uma cadeia interativa entre professor e alunos ou entre alunos. Isso reforça a necessidade de novas pesquisas que valorizem uma pluralidade de vozes, ideias e significados em torno do tema.

Diante de tal situação, a pesquisa apresentada neste artigo, desenvolvida durante o mestrado da primeira autora, tem como objetivo analisar o processo de argumentação instaurado durante as investigações desenvolvidas por alunos de uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental, desencadeadas a partir de um caso de natureza sociocientífica, relacionando tal processo às características do caso, aos padrões de interação desenvolvidos entre os alunos e o professor e à estrutura da sequência. Considerando tal objetivo, a pesquisa foi desenvolvida com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental em uma escola da rede pública de ensino da cidade de Aracaju/SE.

1.1 Argumentação no Ensino de Ciências

Uma das principais características do processo de construção de conhecimentos nas Ciências é a linguagem argumentativa [1, 31-33]. Argumentar é expressar razões para o que pensamos e fazemos, possibilitando avaliar ideias e ações. Trata-se de uma prática discursiva envolvida na organização do raciocínio e na justificação das afirmações, tanto na ciência como também nas diversas esferas da atuação humana [34, 35].

A argumentação se coloca na educação em ciências como componente do ensino de conteúdo ou de processos de ensino aliados aos objetivos educacionais. Isso significa dizer que a escola deve investir na argumentação como competência em si mesma, a qual é importante para o exercício da cidadania e compreensão da Natureza da Ciência, bem como enquanto estratégia de ensino favorecedora da aprendizagem de conteúdos e habilidades. Assim, argumenta-se para aprender e aprende-se para argumentar [6]. Isso é expresso em um número crescente de estudos sobre o discurso argumentativo em que são consideradas as diferentes abordagens metodológicas e suas influências sobre a construção de argumentos, tanto no ambiente educacional, quanto no meio sociocultural mais amplo [por exemplo, 7, 8, 10, 36].

Van Emmeren e Grootendorst (2004) [37] consideram a argumentação uma atividade verbal, social e racional que visa a convencer uma audiência da aceitabilidade de um ponto de vista, justificando, por meio de uma série de proposições, a alegação expressa nesse ponto de vista. Assim, a argumentação volta-se à justificação e legitimação do conhecimento perante uma audiência.

Na ciência, considera-se que o argumento é um ponto de vista justificado que se busca estabelecer por meio de evidências, envolvendo interlocuções entre membros das comunidades científicas [38]. Em salas de aula de ciências, a argumentação possibilita aos alunos aprender o que a ciência supõe, aprender a construir e a avaliar explicações baseadas em evidências, levando-os à produção de novos saberes. Ao longo de atividades investigativas, as respostas apresentadas pelos alunos às questões propostas, ou que se instauram no processo, são genuínas, pois, embora a ciência as conheça, elas são desconhecidas pelos alunos que buscam um entendimento razoável sobre um tópico em pauta. Nesse sentido, as justificativas que apresentam para as asserções que elaboram diante das questões, ou seja, os seus pontos de vista justificados por meio de evidências e/ou de um caminho de cláusulas lógicas, podem ser entendidos como argumentos. Estes se localizam na dimensão justificativa da argumentação, como discutido por Jimenez-Aleixandre e Erduran (2007) [39].

As autoras discutem que, dos diferentes significados atribuídos à argumentação, dois deles são significativamente relevantes para o contexto das salas de aula de ciências: argumentação como justificação do conhecimento e argumentação como persuasão. Justificação e persuasão podem ser entendidas como dimensões que se alternam e muitas vezes se entrelaçam na prática argumentativa. Na dimensão persuasiva, é possível fazer uso de uma variedade de artifícios discursivos envolvidos em uma narrativa mais ampla, a fim de tornar convincente um ponto de vista diante de uma audiência. Nessa perspectiva, os pesquisadores têm considerado a argumentação como uma prática discursiva desejável de ser estabelecida na educação em ciências, devido à sua contribuição para o desenvolvimento conceitual e epistêmico dos estudantes [40].

No contexto escolar, além do desenvolvimento da argumentação focada em tópicos da ciência, há aquela voltada para questões que envolvem as relações entre ciência e sociedade, denominada de argumentação sócio científica. Neste caso, não há uma (ou mesmo algumas) resposta correta para a questão proposta, como ocorre com a argumentação científica, mas uma variedade de respostas possíveis, cujos suportes para as asserções vão além das evidências empíricas e teóricas, envolvendo valores e diferentes visões de mundo. As questões sócio científicas podem ser percebidas como problemas epistêmicos, como discutido por Gonçalves-Segundo (2020) [41], como veremos mais adiante.

A argumentação pode ser percebida, ainda, de duas maneiras: como produto ou como processo [39, 42]. Como produto, a argumentação compreende a apresentação de uma série de proposições, inferidas a partir de premissas. Já a argumentação como processo envolve interações sociais e dialógicas; trata-se do movimento discursivo para a produção dos

argumentos [42]. Assim, a argumentação como processo compreende o encontro de sujeitos, estando ligada à troca de informação e à interação em busca do conhecimento como algo vivo, mutável e passível de ser (re)construído.

As políticas internacionais da Educação em Ciências passaram a enfatizar o papel das evidências e das justificações na investigação científica em meados da década de 1990 [39]. A virada discursiva que ocorre a partir daí constitui um programa de pesquisas que tem crescido nos últimos anos [43]. No Ensino de Ciências, isso se reflete no engajamento dos alunos em práticas argumentativas desenvolvidas ao longo de investigações com promoção de uma melhor aprendizagem. Essa repercussão de pesquisas sobre argumentação na educação alia-se à promessa de um novo estímulo investigativo em que a argumentação é estudada a partir de uma gama mais ampla de perspectivas teóricas e empíricas. Trata-se de uma linha de pesquisa que desafia as características que fundamentam a base filosófica do positivismo (como a neutralidade, o valor absoluto da experimentação, quantificação e leis dos fatos) permitindo que os estudantes façam suas afirmações baseadas em evidências, reflitam e critiquem as suas próprias afirmações e as dos colegas, desenvolvendo aspectos do pensamento crítico [43].

Nessa direção, insere-se o modelo de argumento proposto por Toulmin. Não há dúvida de que o livro de Toulmin, *The Uses of Argument*, publicado pela primeira vez em 1958, orientou muitas pesquisas em educação científica. Toulmin procurou evidenciar que o nosso cotidiano é permeado pela argumentação e propôs um modelo que fosse capaz de superar o padrão analítico-dedutivo de argumento, insuficiente para analisar argumentos nas diferentes esferas sociais, tendo seu uso voltado apenas para o próprio campo disciplinar [44].

O modelo de Toulmin tem sido valorizado como referência para a análise de argumentos em diversas pesquisas inseridas no campo da educação em ciências; todavia, não esteve livre de críticas. Considera-se, nessa perspectiva, que ele apresenta fragilidades, apontando-se para a amplitude das suas categorias, a desconsideração do contexto em que se inserem os argumentos, o foco no produto (argumento) e não no processo (argumentação) e o seu caráter monológico, que não leva em conta o papel dos interlocutores na constituição dos argumentos. Isso tem gerado alterações em sua proposta original ou mesmo sua utilização como inspiração para originar outros esquemas analíticos [24]. Na seção que segue, discutimos sobre esse tópico, considerando uma releitura do modelo proposto por Gonçalves-Segundo (2020) [41] e Gonçalves-Segundo e Isola-Lanzoni (2019) [45].

1.2 O Padrão de Argumento de Toulmin e sua releitura por Gonçalves-Segundo

Para Toulmin (2003) [46], é por meio do argumento que demonstramos a solidez das afirmações que fazemos, com a solidez dos fundamentos que apresentamos para apoiá-las. Toulmin ressalta que uma afirmação só precisa ser concedida se o argumento que pode ser apresentado em seu apoio se mostrar adequado. Nessa direção, o Padrão de Argumento de Toulmin (*Toulmin's Patern Argument* - TAP) permite avaliar a consistência dos argumentos e fica clara a sua utilidade para a compreensão da argumentação no pensamento científico, uma vez que uma das características do discurso científico é exatamente a estima pela solidez de suas proposições [47]. O TAP tem sido aplicado como uma ferramenta metodológica para a análise de argumentos em uma ampla gama de disciplinas escolares [10]. As ideias de Toulmin oferecem uma caracterização sobre argumentação que, apesar de não tratar sobre educação especificamente, traz pressupostos que podem ser transpostos para esse campo.

A proposta do padrão de argumento de Toulmin sugere uma análise estrutural, na qual é feita a distinção entre os diferentes componentes que constituem um argumento qualquer [29]. Na Figura 1 são representados os elementos de um argumento, de acordo com Toulmin (2003) [46].

Tem-se, no *layout* de Toulmin, uma Alegação, entendida também como *Conclusão (C)*, a qual deve ser sustentada por um *dado (D)*. Ligando dados à conclusão, têm-se as *Garantias de inferência (G)*, também denominadas de *Justificativas (J)*, sujeitas a serem *Refutadas (R)*. As *Garantias de inferência* possibilitam compreender de que modo o argumento passou do Dado à Conclusão. Segundo o autor, as garantias constituem-se em regras ou princípios, mas não devem ser informações novas para os participantes da discussão. O autor discute que não há argumento

sem garantia de inferência; todavia, nem sempre elas se mostram explicitamente. As garantias podem apoiar-se em alguma autoridade, como uma lei jurídica ou científica, por exemplo, a qual é denominada de *Apoio ou Conhecimentos de Base (B)*. Há, ainda, um outro elemento em seu modelo, o *qualificador modal (Q)*, que indica o nível de precisão da conclusão em função dos dados disponíveis [46]. Os qualificadores modais são expressos por termos tais como certamente e provavelmente, dentre outros.

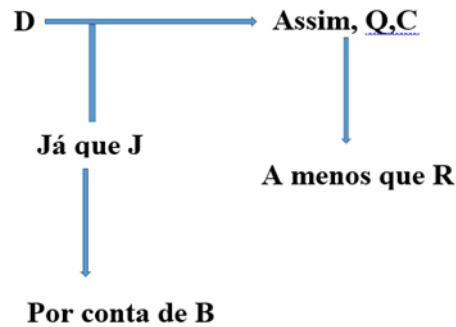


Figura 1: Padrão de argumento de Toulmin (2003) [46].

Dentre as críticas destinadas ao TAP, aponta-se a concepção de que ele é um modelo normativista, impessoal e objetivo, que apaga o dissenso inerente ao processo argumentativo. Concordando com Freeman (2011) [48], Gonçalves-Segundo (2020) [41] se opõe a tais críticas, entendendo que o modelo pressupõe um Oponente/Antagonista em sua própria formulação, pressupondo “o outro” e suas possíveis objeções e demandas na construção de uma rede de proposições orientadas a uma dada Alegação – em oposição a outras. Assim, o *layout* proposto por Toulmin não é percebido como aplicável somente à descrição da argumentação como produto, pois também permitiria descrever aspectos fundamentais da argumentação enquanto processo.

Gonçalves-Segundo (2020) [41] apresenta uma discussão do ponto de vista linguístico, discursivo e cognitivo, trazendo a reconceptualização do *layout* de argumentos de Toulmin - Alegação, Dados, Garantia, Base, Qualificador e Refutação, considerando as facetas justificatória e comunicativa da argumentação. Não pretendemos aprofundar, neste artigo, toda a discussão que o autor traz envolvendo tais dimensões, mas apenas pontuar aspectos que permitem utilizar em nossa análise o TAP de forma mais flexível, considerando os dados da pesquisa.

A discussão apresentada por Gonçalves-Segundo (2020) [41] considera cada elemento do modelo proposto por Toulmin (2003) [46]. Sobre a Alegação (também conhecida como Conclusão), o autor discute que a mesma consiste em uma resposta possível ao problema epistêmico e por ser apresentada como “em questão” a justificação torna-se importante, tendo-se em vista que há outras alternativas de resposta. “As alternativas configuram-se, assim, em Contra-Aleagações que podem ser focalizadas localmente pelo próprio Proponente/Protagonista – em geral, para refutá-las – ou pelo Oponente/Antagonista para contrapor-se à resposta que se sustenta por outra discursividade”. (Gonçalves-Segundo, 2020, p. 241) [41]. Todavia, para o autor, a atividade argumentativa não deve ser orientada à aceitabilidade geral, muito menos a mostrar que há razões “bem fundamentadas” para se aderir a uma dada Alegação. Tal adesão pode, assim, ocorrer em diversos graus, desde a ponderação de que a Alegação é verossímil à concepção de que se trata de uma verdade incontestável, o que neste extremo suprime a viabilidade do debate. Isso faz com que a perspectiva de Gonçalves-Segundo se distancie da ideia de Toulmin, nesse ponto.

Ainda assim, toda alegação deve ser sustentada por dados. Para Toulmin (2003) [46], os Dados são definidos como fatos que se constituem em fundamentos para a alegação, ou declarações de fatos particulares sobre uma situação aceitas como verdadeiras. Gonçalves-Segundo (2020) [41], entretanto, evita tratar os Dados como fatos, mas como construções

linguísticas e/ou imagéticas que são entendidas como legítimas por dado grupo social, tratando-se de proposições inquestionáveis, ou seja, proposições que estão fora de “questão”. Assim, os dados derivam de enunciados em que se simula, prototipicamente, não haver tensão dialógica sobre eles, ou seja, são construções linguísticas que simulam veracidade em termos de discursividade por um grupo social.

As Garantias, de acordo com Toulmin, possibilitam a passagem dos Dados à Alegação (Conclusão), sendo entendida como uma “regra geral de licenciamento de inferências”. Gonçalves-Segundo (2020) [41] acrescenta que essa licença deve ser interpretada como pré-legitimada discursivamente. Dado que pré-legitimadas discursivamente, as Garantias tendem a encontrar-se implícitas, costumando apenas ser enunciadas quando o orador antecipa uma crítica a elas ou quando necessita defendê-las de um questionamento realizado por outro participante da interação.

Gonçalves-Segundo (2020) [41] também considera que as Garantias são igualmente passíveis: (i) de refutação; (ii) de sustentação evidencial por meio de Bases; (iii) de justificação por meio de conversão local em Alegações – com a conseqüente emergência de um novo problema. Os Conhecimentos de Base ou Apoio, desta forma, não se restringem a apoiar apenas a Garantia, mas também outros componentes, como os dados e refutações.

Por fim, discutimos a refutação, que diferentemente dos outros componentes do modelo não consistem em uma proposição orientada à sustentação da Alegação. Ela atua com o intuito de demonstrar fragilidades ou adesão à alternativa, de forma a justificar e legitimar esse ponto. Baseando-se em Walton (2013) [49], Gonçalves-Segundo (2020) [41] divide as Refutações em internas e externas. As internas são aquelas que, de acordo a definição original de Toulmin (2003) [46], orientam-se a limitar a aplicabilidade de uma rede de argumentos no que tange à consistência do movimento argumentativo e/ou à adesão à determinada Alegação. As externas, por sua vez, são entendidas como um conjunto de proposições orientadas a uma alternativa de resposta e, portanto, a uma Contra-Alegação. Reside aí também a natureza dialógica prevista potencialmente no Modelo de Toulmin, já que a Refutação não integra, em si, o movimento argumentativo em prol da Alegação, mas considera um possível posicionamento do antagonista. Nesse sentido, esse elemento abre um movimento argumentativo alternativo, que pode ou não ser desenvolvido em toda a sua extensão.

Observa-se que Gonçalves-Segundo (2020) [41] elabora um olhar para o Modelo de Toulmin, ampliando as possibilidades funcionais de seus elementos. Nesse intuito, o autor considera algumas possibilidades de formatos de argumentos, baseado na estrutura proposta por Toulmin (2003) [46]. Tais formatos são discutidos a seguir:

Macroestrutura coordenativa cumulativa: ocorre quando se busca, “em apoio ao Dado refutado ou refutável, outros Dados a ele coordenados, mostrando que a Alegação se sustenta se esse Dado inicial for associado a outros” (Goncalves-Segundo, 2020, p. 246) [41].

Macroestrutura múltipla: Ocorre quando ao longo de um debate, um Dado é abandonado, buscando-se um Dado diferente, independente do anterior, que pode transferir aceitabilidade à Alegação.

Macroestrutura subordinativa: Ocorre quando, localmente, uma Alegação passa a ser dado para uma nova alegação, repetindo-se esse processo até que se alcance a alegação central;

Macroestrutura encaixada: Ocorre quando a validade de um dado se sustenta por meio de alguma Base.

Abaixo, apresentamos os *layouts* para essas quatro possibilidades de formatos de argumentos (Figura 2):

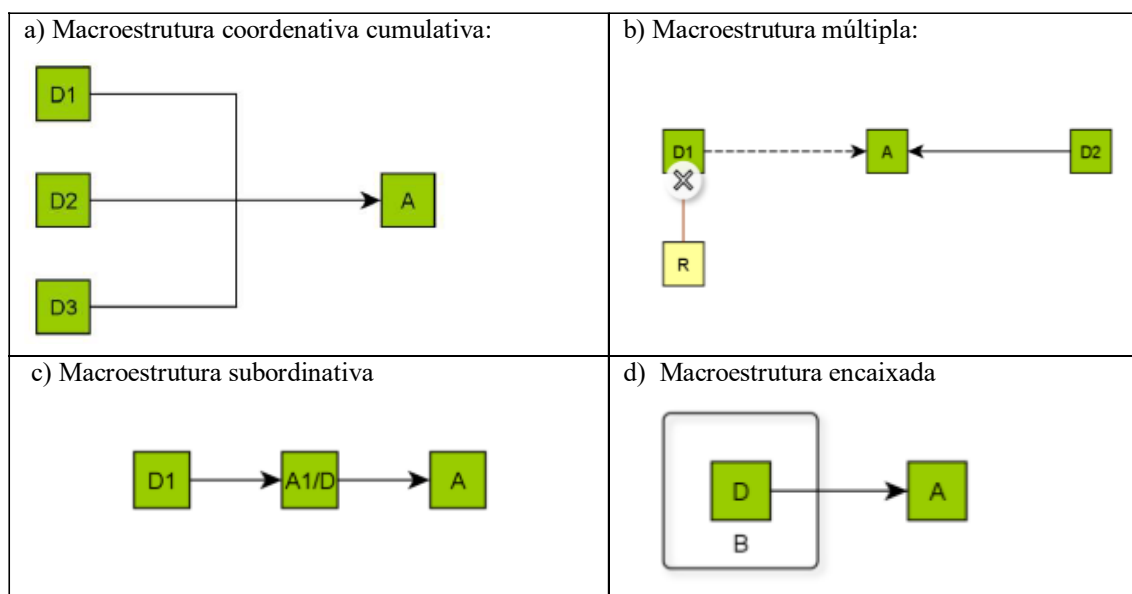


Figura 2: Layout com quatro possibilidades de formatos de argumentos, Gonçalves-Segundo (2020) [41].

1.3 Promovendo a argumentação no ensino de ciências: atividades investigativas, estudo de caso e questões sociocientíficas

Na perspectiva de valorização das interações discursivas em sala de aula, as atividades investigativas adquirem novo escopo. Busca-se, por meio de tais atividades, superar uma concepção empirista das ciências, possibilitar que os alunos percebam a natureza discursiva e argumentativa da produção de conhecimentos científicos e, ainda, que possam construí-los por meio de uma mediação mais consistente do professor.

As investigações em sala de aula podem ser de natureza científica ou sociocientífica. Estas últimas são desencadeadas por questões de tal natureza [50]. Conrado e Nunes-Neto (2018) [51] definem as Questões SócioCientíficas (QSC), como:

Problemas ou situações geralmente complexos e controversos, que podem ser utilizados em uma educação científica contextualizadora, por permitirem uma abordagem de conteúdos inter ou multidisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para estes problemas (Conrado e Nunes-Neto, 2018, p. 87) [51].

O Estudo de Caso, enquanto estratégia didática, é uma variante da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecida como *Problem Based Learning* (PBL) e se pauta na aproximação dos estudantes aos problemas reais ou simulados que necessitam ser solucionados [52], assumindo uma natureza investigativa. Todavia, enquanto o objetivo do modelo original do ABP tem seu principal foco na aprendizagem do conteúdo científico, os Estudos de Caso surgem com o objetivo de ensinar habilidades para tomada de decisão a profissionais [30]. Eles baseiam-se na instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos ou comunidades que enfrentam problemáticas que necessitam de solução. Os alunos devem fazer uma leitura da narrativa exposta de modo tal que possam compreender o dilema enfrentado pelos personagens tendo em vista os fatos, valores e contexto apresentados e possam solucionar o caso. Assim, no processo de resolução do caso busca-se promover o aprendizado de conceitos científicos, fomentar o pensamento crítico, a tomada de decisão e a argumentação [53].

Identificam-se nos currículos escolares diferentes modelos e estratégias para a operacionalização do estudo de caso, constituindo alternativas para o processo de ensino e aprendizagem, com diversos benefícios e desafios, nos diferentes níveis educacionais [54]. Há,

também, as variações de estudos de caso. A proposta da nossa pesquisa caracteriza-se como Estudo de Caso Interrompido, que é classificado como uma variante do formato de atividades de pequenos grupos.

Os estudos de caso interrompido se caracterizam pelo fornecimento de informações aos estudantes de uma maneira gradativa [55]. Nesta variação, a narrativa trata de um problema que foi enfrentado por pesquisadores de determinada área e solicita que os alunos apresentem possíveis caminhos para sua resolução [30]. Todavia, vale ressaltar que esse problema pode ser adaptado em função do nível de ensino considerado. Diante disso, os alunos fazem leitura coletiva, discutem o caso, relatam suas ideias a respeito do problema e novas informações são acrescidas pelo professor no decorrer do estudo para acarretar dificuldades e gerar novas discussões. Assim, o professor assume o papel de mediador.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Considerações iniciais

O presente estudo é de natureza interventiva. Por meio dessa modalidade de pesquisa, no campo da educação, é possível testar ideias e propostas curriculares, estratégias e recursos didáticos e desenvolver processos formativos. Diante dos vários tipos de pesquisa de natureza interventiva, aquela que nos propomos a realizar corresponde a uma Pesquisa de Aplicação, por envolver planejamento, aplicação (execução) e análise de dados sobre o processo desenvolvido, tentando delimitar limites e possibilidades daquilo que é testado ou desenvolvido na intervenção [56]. A pesquisa também se caracteriza como qualitativa, pois apresenta como uma das características buscar a compreensão de um fenômeno no contexto em que ele ocorre, priorizando a descrição e análise sem se ancorar em procedimentos estatísticos [57].

Em nossa pesquisa, elaboramos um caso sociocientífico que se constituiu como o cerne de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Analisamos todo o processo de aplicação dessa sequência em uma turma de 6º ano de uma escola pública de Aracaju/SE, focalizando os argumentos elaborados pelos alunos em interação com os colegas e a professora (pesquisadora), ao longo da investigação que desenvolveram a fim de solucionar o caso proposto. Pretendemos que a pesquisa resultasse, para além da análise, na proposição da sequência de ensino investigativa envolvendo o caso sociocientífico elaborado.

A pesquisa atendeu às questões éticas do Conselho Nacional de Saúde, respeitando a Resolução nº 510/2016, que trata das pesquisas com seres humanos, mediante a aprovação pela Comissão de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Sergipe, sob o parecer No. 69722223.1.0000.5546.

A turma em que desenvolvemos a pesquisa era constituída por alunos em defasagem idade-série, que faziam parte de um Programa de Correção de Fluxo, uma proposta metodológica curricular instituída no estado, por meio da Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura (Seduc/SE), a qual visa melhorias na aprendizagem dos alunos multirrepetentes. A turma era composta por 32 alunos formalmente matriculados, cuja idade variava de 12 a 15 anos. As três aulas de 45 minutos semanais de ciências ocorriam individualmente em três dias diferentes, sendo frequentemente encerradas 15 minutos antes do previsto devido ao horário do transporte escolar. Também eram comuns as ausências de alguns alunos às aulas.

Para a produção de dados em sala de aula, contamos com três fases: escolha da turma, planejamento da SEI e sua aplicação. A seleção da turma foi feita considerando os interesses da professora regente e as possibilidades de intervenção da pesquisadora. O conteúdo previsto no plano da disciplina para o momento em que planejamos a intervenção na turma foi “Substâncias e Misturas”. Quanto à temática, consideramos o “Derramamento de óleo no mar e seus impactos ambientais”, pois possibilitaria o desenvolvimento do conteúdo junto a aspectos socioambientais relacionados aos danos causados ao meio ambiente. Tal temática tem o potencial de proporcionar discussões sobre responsabilidade ética, social e ambiental, e tomada de decisões em busca de soluções, na perspectiva de alfabetização científica e formação cidadã. O caso elaborado, apesar de fictício, representa fatos recorrentes no Brasil incluindo, mais

recentemente, o desastre envolvendo o derramamento de óleo cru no mar brasileiro em 2019, o qual afetou nove estados do Nordeste e dois do Sudeste, do Maranhão ao Rio de Janeiro, e se estendeu por mais de 3.000 km, poluindo o mar e região costeira, incluindo 55 áreas de Proteção Marinha. O caso em torno do qual a SEI foi desenvolvida é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Estudo de Caso - Praia Oleosa: e agora?

João Maré, pescador, 50 anos de idade, mora com sua família em uma comunidade litorânea do Nordeste. No dia 30 de fevereiro, um dia comum de pesca, João se deparou, logo pela manhã, com a água da praia repleta de manchas pretas. Preocupado com a situação da região, João saiu caminhando pela praia, observando o material que cobria a água e parte da faixa de areia. Conversando com outros pescadores que estavam também preocupados, João parou para analisar atentamente as características do material: coloração preta, viscoso e de espessura grossa. Além disso, não se dissolvia em água.

Impossibilitado de pescar, João voltou para casa preocupado com toda aquela situação desconhecida para ele e, chegando lá, conversou com sua esposa:

- Ô Joana, não sei o que tá acontecendo com a praia, fui pescar e tem um negócio preto na água e na areia, era preto, viscoso e espesso.
 - Vixe Maria, João! Vi uma reportagem agorinha homem. Na televisão, falou que foi um navio que acabou despejando esse negócio, diz que é perigoso. Você pegou nele?
 - Não mulher. Fiz isso não. Não sabia o que era!
 - E nossa renda que vem da pesca, vai ficar como?
 - É Joana, vou ver com os outros pescadores o que fazer, por que além da nossa renda, tem toda a natureza aí, e isso não vai ser bom pra ela. Pode ser que os prejuízos durem décadas.
- Com toda a preocupação, João saiu de casa determinado a solucionar o problema e descobrir o que era aquilo que estava por toda parte: água, areia, rochas e animais. Até um riacho que abastecia a comunidade acabou sendo contaminado pelo material.

João se juntou a outros pescadores e resolveram procurar especialistas ambientais, os quais propoariam formas de solucionar aquele problema e orientariam João, demais pescadores e o restante da comunidade a contribuírem para a solução, bem como evitarem se contaminar.

2.2 A Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

A SEI foi estruturada com inspiração na estrutura proposta por Pedaste et al. (2015) [58]. Os autores propuseram uma estrutura de ciclo investigativo composto de cinco fases, com base em um amplo trabalho de revisão de literatura, sendo elas: Orientação, Conceitualização, Investigação, Conclusão e Discussão. É importante ressaltar, entretanto, que tais fases não têm uma ordem fixa, podendo ser alteradas em suas posições e repetidas ao longo do ciclo e este, por sua vez, pode finalizar dando origem a um novo ciclo a fim de responder à questão central inicial ou outras que surgirem ao longo da investigação. Abaixo, segue o Quadro 2, em que apresentamos as principais fases da SEI com seus respectivos objetivos e estratégias didáticas.

Quadro 2: Proposta Pedagógica da SEI utilizando caso sociocientífico em turma do 6º ano.

FASES	AULAS	OBJETIVOS (O aluno será capaz de)	ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS
Orientação	Aula 1	<ul style="list-style-type: none"> • Expor as suas concepções sobre o caso apresentado pela professora; • Compreender as principais ideias constituintes do caso; • Refletir sobre as questões investigativas propostas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do caso; • Leitura coletiva do texto narrando o caso sociocientífico; • Discussão explorando as concepções prévias dos alunos.
Conceitualização	Aula 2	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender conceitos fundamentais para a resolução do caso, os quais são apresentados no texto; • Elaborar hipóteses para a resolução do caso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problematização do caso; • Apresentação e/ou retomada de conceitos fundamentais. • Discussão com toda a turma para elaboração de hipóteses que guiarão a metodologia para a resolução do caso.
Investigação	Aulas 3 e 4	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver experimentos investigativos, relacionados à resolução do caso; • Fazer uso dos conceitos científicos no desenvolvimento dos experimentos. • Elaborar relatório das práticas realizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de experimentos envolvendo fracionamentos de sistemas homogêneo e heterogêneo; • Orientação aos alunos ao longo do desenvolvimento dos experimentos; • Discussão de técnicas de fracionamento de sistemas homogêneos e heterogêneos.
Conclusão	Aulas 5 e 6	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar junto aos seu grupo uma proposta de resolução do caso, de forma oral e por escrito; • Argumentar em defesa da proposta de seu grupo; • Avaliar criticamente a proposta de seu grupo e as dos demais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão com toda a turma para fechamento de ideias.
Discussão final	Aulas 7 e 8	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar todo o processo investigativo desenvolvido considerando a sua aprendizagem e suas contribuições para seu cotidiano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão para avaliação do aluno acerca do processo investigativo desenvolvido.

Para a etapa de **orientação**, marcada pelos primeiros momentos da pesquisa, foi apresentado o caso sociocientífico seguido de perguntas relacionadas ao tema, com intuito de explorar as concepções prévias dos alunos e favorecer o engajamento deles diante da problemática apresentada no caso. Prosseguindo, na aula 2 temos a fase da **conceitualização**, a qual envolve o processo de compreensão de conceitos referentes ao problema proposto. Tal fase é dividida em questionamento e geração de hipóteses. Assim, os resultados dessa fase são questões ou hipóteses da investigação. Após a fase de conceitualização, ocorreu a fase de **investigação**, com o desenvolvimento de um experimento que simulou a presença de óleo em água de mar, devendo os alunos proporem nesta simulação, possibilidades de separação desses componentes e elaborar relações entre o experimento e o caso sociocientífico. Para essa atividade foi elaborado um roteiro para orientar seu desenvolvimento e possibilitar o registro das

observações, planejamento, explicações e argumentos dos alunos. Nessa etapa, pretendeu-se também avançar na discussão sobre conceitos associados às propriedades dos líquidos, separação de mistura e técnicas que poderiam ser utilizadas para retirada do óleo da praia, além de estabelecer uma discussão sobre as questões socioambientais envolvidas.

Em relação às fases de **conclusão e discussão** da SEI, os estudantes tiveram que apresentar junto ao seu grupo uma proposta de resolução do caso, de forma oral e por escrito, e avaliar todo o processo investigativo desenvolvido, considerando a sua aprendizagem e suas contribuições para seu cotidiano. Vale ressaltar que a fase de discussão não tem que situar ao final da SEI, podendo se distribuir ao longo de todas as fases, como ocorreu em nossa pesquisa.

2.3 As categorias analíticas

Para a análise dos dados, utilizamos algumas categorias da estrutura analítica proposta por Mortimer e Scott (2002) [59], de modo a verificar como ocorriam as interações que geravam os argumentos elaborados pelos alunos. Para análise dos argumentos orais e escritos dos alunos consideramos o Padrão de Argumento de Toulmin e alguns aspectos da releitura de tal padrão proposta por Gonçalves-Segundo (2020) [41] e (2022) [60].

A estrutura analítica apresentada por Mortimer e Scott (2002) [59] é baseada em cinco aspectos interrelacionados, que focalizam o papel do professor e são agrupadas em termos de focos do ensino, abordagem e ações. As categorias da ferramenta que utilizamos em nossa pesquisa encontram-se abaixo descritas.

2.3.1 As intenções do professor

As intenções do professor podem ser entendidas como metas que se encontram presentes no momento da elaboração do seu roteiro e seleção de atividades, orientando a sua performance no plano social da sala de aula. As intenções podem também se configurar no fluxo das interações, pois as situações de ensino não ocorrem sempre como previstas pelo professor [61]. Mortimer e Scott (2002) [59] discutem que esse grupo de categorias se baseia nas concepções de Vygotsky sobre o processo de internalização de ideias; na noção de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e na atuação do professor nessa zona; nas concepções de Bakhtin sobre o processo de apropriação de palavras alheias; e, ainda, na própria experiência dos autores com pesquisas em salas de aula de Ciências.

De acordo com os autores as intenções podem ser as seguintes: i) Criar um problema; ii) explorar a visão dos estudantes; iii) Introduzir e desenvolver a estória científica; iv) Guiar os estudantes no trabalho com as ideias científicas, dando suporte ao processo de internalização; v) Guiar os estudantes na aplicação de ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso; e vi) Manter a narrativa.

2.3.2 A abordagem comunicativa

A abordagem comunicativa expressa a abertura do discurso do professor para os pontos de vista dos alunos em diferentes formas de interação. Mortimer e Scott (2002) [59] por meio dessa categoria consideram como o discurso do professor se manifesta ao longo das interações de modo a ampliar ou reduzir as possibilidades dos alunos em expressar os seus pontos de vista e avançar no desenvolvimento da estória científica.

Os autores propõem quatro classes de abordagem comunicativa, as quais são definidas por meio da caracterização, principalmente, do discurso do professor junto aos alunos em termos de duas dimensões: discurso “dialógico - de autoridade” e discurso “interativo – não interativo”.

Na dimensão “discurso dialógico - discurso de autoridade”, tem-se, no primeiro extremo – “dialógico” – um tipo de abordagem em que o professor considera as concepções dos estudantes, levando em conta os seus próprios pontos de vista, o que caracteriza a natureza dialógica. No segundo extremo - “de autoridade” - o professor considera apenas o que o

estudante tem a dizer do ponto de vista da ciência escolar. Nesse sentido, apenas uma voz é ouvida e o espaço para interanimação de ideia é reduzido. Na segunda dimensão, “interativo-não interativo”, leva-se em conta as interações do tipo face-a-face em sala de aula. Desse modo, quando há alternância de turnos de fala, considera-se que há um discurso interativo, quando não há alternância, o discurso é considerado não-interativo.

2.3.3 Os padrões de interação

Os padrões de interação referem-se aos momentos de alternâncias de turnos de fala entre aluno-professor e alunos-alunos em sala de aula. A tríade mais comum é a I-R-A, na qual temos, iniciação do professor - resposta do aluno - avaliação do professor. No entanto, há outros padrões de interação que envolvem outras ações do professor e dos alunos. A literatura tem apontado também cadeias de turnos não triádicas do tipo I-R-F-R-F... ou I-R-P-R-P..., onde P significa uma ação discursiva que permite o prosseguimento da fala do aluno e F um feedback para que o aluno elabore um pouco mais sua fala [59].

Assim, os padrões de interação identificam a estrutura das interações desenvolvidas entre o professor e os alunos.

Iniciação de escolha: de acordo com Mehan (1979, p. 44) [62] “a elicitación de escolha demanda ao respondente que concorde ou discorde com uma afirmação feita pelo perguntador” [63].

Iniciação de produto: de acordo com Mehan (1979, p. 44) [62] “a elicitación de produto demanda ao respondente uma resposta factual como um nome, um lugar, uma data, uma cor”. Nas salas de aula de Ciências, esse tipo de iniciação normalmente toma a forma de uma questão do tipo “o que” ou “qual”, que elicitam um substantivo ou adjetivo denotando um agente, um evento, um processo nominalizado, uma propriedade etc. [61].

Iniciação de processo: de acordo com Mehan (1979, p. 45) [62] “a elicitación de processo demanda a opinião ou interpretação do respondente”. Nas salas de aula de Ciências, elas normalmente tomam a forma de questões do tipo “por que”, “como” ou “o que acontece”, que elicitam um processo específico que deve ser descrito ou explicado, normalmente, por uma frase completa [63].

Iniciação de metaproceto: de acordo com Mehan (1979, p. 46) [62], “um quarto tipo de elicitación demanda aos estudantes que sejam reflexivos sobre o processo de estabelecer conexões entre elicitaciones e respostas”. Essas elicitaciones são chamadas de metaproceto porque pedem ao estudante para formular as bases de seu pensamento [61].

Correspondendo a esses quatro tipos de iniciação, existem também quatro tipos de resposta, ou seja, resposta de escolha, de produto, de processo e de metaproceto. Nas interações em sala de aula, um tipo de iniciação não obtém necessariamente o mesmo tipo de resposta, podendo gerar respostas de outro tipo. Essas oito categorias, combinadas com a possibilidade de uma iniciação ou uma resposta ter sido enunciada pelo professor ou por um estudante, dão origem a 16 diferentes categorias, sendo elas: Iniciação do professor (de escolha - I_{es} , de produto - I_{pd} , de processo - I_{pc} , e de metaproceto - I_{mpc}), iniciação do aluno (de escolha - I_{aes} , de produto - I_{apd} , de processo - I_{apc} e de metaproceto - I_{ampc}), resposta do aluno (de escolha - R_{es} , de produto - R_{pd} , de processo - R_{pc} , e de metaproceto - R_{mpc}) e resposta do professor (de escolha - R_{pfes} , de produto - R_{pfpd} , de processo - R_{pfpce} , e de metaproceto - R_{pfpmpc}).

Além dessas 16 categorias, são consideradas outras cinco apresentadas por Mortimer et al. (2007) [63] ou geradas em nosso estudo:

17 - Avaliação, pelo professor (A): um enunciado final avaliativo que é usado para fechar tanto uma sequência triádica quanto uma cadeia fechada de interações.

18 - Feedback ou prosseguimento (F), pelo professor: um enunciado que demanda uma elaboração adicional do aluno, dando origem a cadeias de interação.

19 - Síntese final da interação, pelo professor (S_f): quando o professor, geralmente após fechar uma sequência triádica ou cadeia com uma avaliação, produz um enunciado final para sintetizar os pontos principais ou o conteúdo total do enunciado que foi produzido ao longo da sequência ou cadeia.

20 - Sem interação (Sem int): quando apenas o professor fala, sem alternar turnos com os alunos ou sem que essa fala seja o fechamento de uma sequência de troca de turnos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa serão apresentados considerando um contraste entre os momentos em que não ocorre elaboração de argumentos e aqueles em que os argumentos são elaborados pelos alunos conjuntamente, em interação ou não com a professora.

3.1 Abrindo espaço para a argumentação dos alunos

3.1.1 Na fase de orientação

As situações descritas a seguir inserem-se na fase de orientação da SEI, na aula 2. Nesta aula, o propósito da professora foi retomar e aprofundar o movimento discursivo da aula anterior, mantendo a intenção de criar um problema e explorar os pontos de vista dos alunos. Ela faz isso por meio de uma abordagem interativa e dialógica. Esta abordagem pode ser evidenciada por meio dos padrões de interação em que se verifica a alternância de turnos de fala entre a professora e os alunos e a ausência ou baixa frequência de retornos avaliativos da professora às respostas dos alunos.

Vejam um excerto do episódio 3 desta aula (Quadro 3).

Quadro 3: Aula 2 - Episódio 3: Problematizando a situação ambiental.

Turno	Locutor	Falas Transcritas	Padrões de interação	Comentários contextuais e analíticos
23	Profa.	E aí a questão diz o seguinte: Imaginem que vocês são especialistas da área ambiental e profissionais da marinha e que tenham que solucionar esse caso. Como vocês procederiam?	Ipc	Passagem de iniciação de processo à iniciação de produto
24	A4	Se afastar	Rpd	
25	Profa.	Hum, se afastar... e o que chama atenção de vocês nesse caso?	Ipd	
26	A6	O óleo.	Rpd	Passagem de iniciação de produto à de processo e desta à iniciação de escolha.
27	Profa.	Por que?	Ipc	
		Silêncio na turma.		
27	Profa.	João trouxe alguma situação que problematizasse o óleo nesse ambiente?	Ie	
28	A6	O óleo estava no meio da praia	Rpd	
29	Profa.	E qual problema nisso?	Ipd	
30	A6	As pessoas podem pegar doenças.	Rpd	
31	Profa.	Hum, entendi... vamos discutir algumas questões para ver o resto do caso.	Sf	

Observa-se acima, o movimento interativo da professora a fim de obter dos alunos respostas que correspondam a enunciados completos às suas perguntas de processo. Porém, os alunos respondem de forma pontal às investidas da professora, sem desenvolverem argumentos na perspectiva que discutimos, chegando a fugir à pergunta proposta, como ocorre com o aluno A4 (turno 24). Assim, a professora passa de pergunta de processo à de produto (turnos 23 a 26), retornando posteriormente à nova pergunta de processo (turno 27), para a qual os alunos permanecem em silêncio. Isso denota uma dificuldade ou reserva dos alunos para exporem seus pontos de vista, considerando-se as questões propostas. Diante disso, a professora volta a trabalhar com perguntas de escolha e de produto, menos complexas, as quais não demandam resposta de natureza argumentativa, finalizando a cadeia de interação (Quadro 4).

A partir daí, ela distribui algumas questões para a turma e segue a interação por meio dessas questões registradas em papel.

Quadro 4: Aula 2 - Episódio 3: Problematizando a situação ambiental – surgindo os argumentos.

Turno	Locutor	Transcrições	Padrões de interação	Comentários contextuais
31	Profa.	Eu trouxe aqui algumas perguntas que vai ajudar vocês a resolver esse caso.		
31	Profa.	A primeira pergunta, shiiiu, ((pedido de silêncio)). João e sua comunidade tem razões para estarem preocupados?	Ie	
32	Todos	Sim!!!	Res	
33	Profa.	Sim? Por que?	Ipc	Os alunos apresentam respostas de processo
34	A3	Por que a água estava com óleo	Rpc	
35	A4	Por que também pode pegar doenças	Rpc	
36	A2	A água ficou contaminada né?	Rpc	
37	A7	Vai matar os peixes também	Rpc	
38	Profa.	Existe mais alguma preocupação???	Ie	
39	A5	Vai afetar também a pescaria	Rpc	
40	Profa.	Atividade pesqueira... Por que João depende dela, né?	A Ies	
41	Todos	Sim!!	Res	
42	Profa.	Anotei aqui no quadro alguns motivos que vocês listaram para João estar preocupado, então é sinal que o óleo que está no mar é algo bom?	Ies	
43	Todos	Não!!	Res	

No Quadro 4, acima, verificamos que, diferentemente do que aconteceu no início da interação com a turma nesta aula, a professora inicia nova cadeia de interação com uma questão de escolha (turno 31) a qual é prontamente respondida pelos alunos. Depois disso, ela propõe uma iniciação de processo (turno 33), todavia com uma demanda de resposta bem mais simples que a primeira questão proposta (turno 23, Quadro 3), a qual envolve um maior arsenal de conhecimentos. Vejamos.

Turno 23 – Profa.: Imaginem que vocês são especialistas da área ambiental e profissionais da Marinha e que tenham que solucionar esse caso. Como vocês procederiam?

Turnos 31– Profa.: (...) João e sua comunidade tem razões para estarem preocupados?

Turno 33 - Sim? Por que?

Os movimentos interativos da professora com os alunos expressos nos Quadros 3 e 4, mostram que ela passou de uma questão inicial mais ampla, de processo, a questões que exigiam respostas mais pontuais, seguindo uma sequência discursiva que progredia com questões que foram avançando gradualmente, tanto estruturalmente quanto conceitualmente, até alcançar nova questão de processo. Tal movimento interativo favoreceu à aparição das respostas dos alunos, as quais, conjuntamente, podem ser percebidas como compondo um argumento, podendo ser acomodadas no seguinte *layout* de Toulmin (Figura 3).

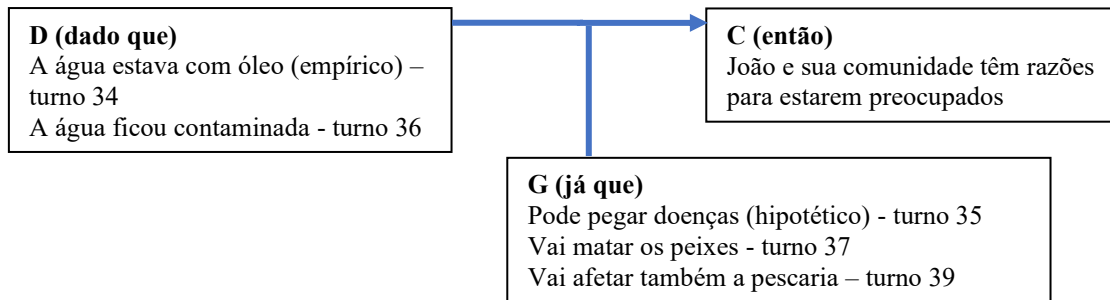


Figura 3: Argumento coletivo dos alunos em interação com a professora – João e sua comunidade têm razão para estarem preocupados.

Neste episódio, houve espaço para argumentação, de modo que os alunos de forma coletiva compreenderam a problemática na narrativa e sintetizaram os dados baseados nas garantias, orientando sua atenção para uma questão socioambiental. Eles consideraram a provocação de doenças, morte de animais marinhos e repercussão na pescaria, fornecendo uma conexão entre os dados e a conclusão. Considerando o plano da SEL, é relevante notar que estes argumentos surgem nesta fase de orientação em que se busca explorar os pontos de vista dos alunos e instaurar a problemática inserida no caso, por meio de uma abordagem predominantemente interativa/dialógica.

Tendo-se em vista a discussão acima, é possível perceber que mobilizar os alunos a exporem seus pontos de vista, não depende apenas da intencionalidade do professor e de questões que requeiram isso, de acordo com um plano organizado nessa direção. Certamente esses são pontos fundamentais no contexto escolar, mas além destes há que se considerar a habilidade do professor em sua interação com os alunos para executar um movimento discursivo-interativo que se adeque às devolutivas de seus alunos a cada momento. Abrir mão de questões percebidas como mais complexas, estruturalmente e conceitualmente, retroagir a questões mais simples e ir dirigindo-se gradativamente rumo às mais avançadas, dentre outras possibilidades, é algo que pode ser articulado pelo professor ao colocar o seu plano de ensino em ação, quando isto é percebido como necessário. Considerando-se que a turma investigada era composta por alunos que não tinham experiências com aulas que demandassem deles uma postura mais ativa, esse movimento do professor se torna valioso.

Prosseguindo, a professora passa da fase de orientação à de conceitualização e, nessa passagem, considera as ideias dos alunos de forma interativa/dialógica até chegar à introdução dos conceitos, por meio de uma abordagem interativa/ de autoridade. Vejamos o episódio 6 da Aula 2 (Quadro 5).

A professora solicita aos alunos que elenquem as características do material encontrado. No início do episódio 6, no turno 62, ela questiona, por meio de uma questão de produto: *Quais as características do material que João encontrou na praia?* O que gera novas respostas de produto: *“preto, grosso, viscoso, espesso e ele também não se dissolvia na água.* As respostas dos alunos são consideradas pela professora para fomentar mais o avanço da estória científica. Assim, ela foi gradativamente propondo novas questões à turma. Nos turnos 68 e 70 a professora avança das questões de produto às de processo (*“E por que ele não dissolvia? Como ele ficava na praia? e “E por que ele não afundava?”*). Observa-se que os alunos respondem tais perguntas com respostas também de processo, ainda que de forma abreviada, como

expressam A10 e A5 (“Por que ele era grosso e não pesado” e “E também porque água e óleo não se mistura”).

Quadro 5: Aula 2 - Episódio 6: As características do óleo da praia – Propriedades organolépticas.

Turno	Locutor	Falas Transcritas	Padrões de interação	Comentários contextuais
62	Profa.	Pronto, a terceira faz essa pergunta a vocês... Quais as características do material que João encontrou na praia?	Ipd	
63	A9	Era preto	Rpd	
64	A4	Grosso	Rpd	
65	A10	Viscoso	Rpd	
66	A4	Espesso	Rpd	
67	A5	Ele também não se dissolvia em água	Rpd	
68	Profa.	E por que ele não dissolvia? Como ele ficava na praia?	Ipc	
69	A10	Ele não afundava, ficava boiando	Rpc	
70	Profa.	E por que ele não afundava?	Ipc	
71	A10	Por que ele era grosso e não pesado	Rpc	
72	A5	E também porque água e óleo não se misturam	Rpc	
73	Profa.	Vocês concordam?	Ie	
74	Todos	Sim	Res	

Do turno 63 ao 72, as respostas dos alunos às investidas da professora, em conjunto, geram o argumento abaixo, considerando as propriedades específicas do material. Podemos verificar na Figura 4 que o dado inicial (o material era grosso e não pesado (pode ser entendido como “leve” ou pouco denso) é justificativa (na forma de dado) para a evidência de que o material não afundava, ficava boiando na água. Esta última passa a ser um novo dado para a conclusão de que o material não se dissolvia na água. A concepção de que água e óleo não se misturam pode ser entendida como uma garantia de inferência, promovendo a passagem dos dados (D) à conclusão (C).

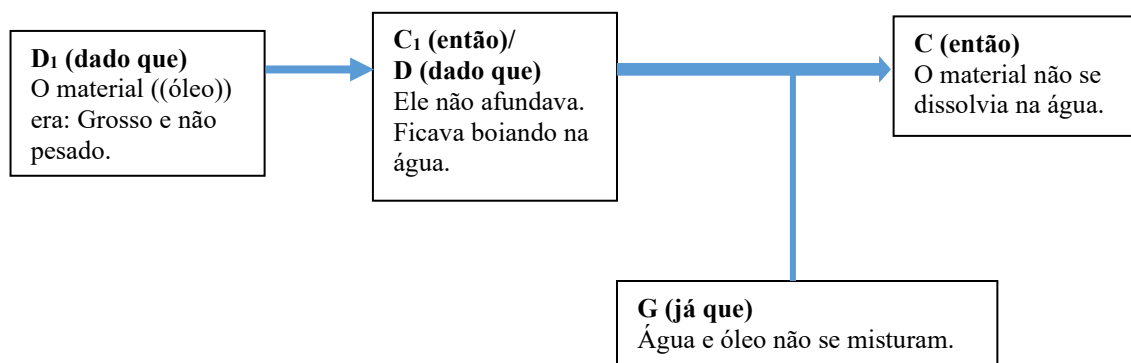


Figura 4: Argumento coletivo dos alunos em interação com a professora – o material não se dissolvia na água.

Essa estrutura em que uma conclusão passa a ser dado para outra, é uma das propostas de estrutura de argumento de Gonçalves-Segundo (2020) [41], com base em uma releitura do Padrão de Argumento de Toulmin. Dentre outros formatos que apresenta, Gonçalves-Segundo (2020) [41] chama este de Macroestrutura Subordinativa (Figura 2c). Na figura 2c, **D** corresponde ao dado e **A** à alegação que se busca defender, correspondendo ao que chamamos de conclusão.

Prosseguindo, a professora passa a introduzir os conceitos e os espaços para a argumentação vão se reduzindo, em função das demandas das iniciações da professora (Quadro 6).

Quadro 6: Introduzindo o conceito de propriedades organolépticas.

Turno	Locutor	Falas Transcritas	Padrões de interação	Comentários contextuais
75	Profa.	(...) Mas, antes me digam como João percebeu essas características?	Ipc	
76	A9 e A3	Pela visão	Rpd	
77	Profa.	Boa! Isso faz parte dos sentidos, quais são os outros?	A/Ipd	
78	A9	Nariz, olfato	Rpd	
79	A3	Paladar	Rpd	
80	A4	Tato e audição	Rpd	
81	Profa.	Na química, essas características percebidas pelos sentidos, chamamos de propriedades organolépticas. Então, João, ele observou por meio da visão e chegou a determinadas características que vocês citaram: grosso, espesso (por isso que não se dissolvia em água), preto...	Sf	

Estimular as respostas dos alunos e seus conhecimentos associou-se à uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, em que a professora leva em conta as concepções dos alunos, todavia, dirigindo-as àquelas cientificamente aceitas. As primeiras investidas da professora nessa direção consideraram as falas dos alunos buscando convergi-las ao ponto de vista da ciência escolar, sobretudo, por meio das sínteses finais (S_f), momentos em que ajusta as concepções apresentadas pelos alunos aos conceitos científicos.

3.1.2 Na fase de investigação

Na **aula 4**, os alunos foram separados em cinco grupos para fazer a retirada de um material oleoso escuro (tinta à óleo de cor preta) com características similares às do petróleo quando em contato com água. Cada grupo recebeu um roteiro com instruções básicas a serem seguidas e um kit para realização da atividade (Figura 5).



Figura 5: Kit distribuído aos alunos para atividade prática.

Os alunos foram demandados a planejar e realizar algumas estratégias para retirar a tinta oleosa da água, podendo fazer uso de papel-toalha, esponja, colher e detergente, justificando as suas escolhas e analisando os resultados. Eles usaram luvas, disponibilizadas no kit, em seus

procedimentos. A atividade proposta baseou-se nos experimentos apresentados em <https://www.youtube.com/watch?v=9dGHC9OM1Bw>.

Na aula anterior a esta, inserida na fase de conceitualização, a professora havia introduzido os conceitos de propriedades específicas dos materiais, substâncias e misturas, por meio de uma abordagem predominantemente interativa/de autoridade. Nesta aula em que ocorre a investigação, volta-se a ter um espaço favorável a argumentação, em que os alunos atuam de forma mais autônoma, articulando suas ideias para elaboração de hipótese, testagem e análise dos resultados. Na transcrição abaixo, a professora interage com o Grupo 1 de alunos (Quadro 7).

Quadro 7: Discussão do Grupo 1, com a professora, durante a investigação.

Turno	Locutor	Falas Transcritas	Padrões de interação	Comentários contextuais
159	Profa.	E aí?	Ipc	
160	A7	Ficou uma mancha escura	Rpc	
161	Profa.	E como você vai fazer pra tirar?	Ipc	
162	A7	Usar uma colher por que é mais fácil de manusear.	Rpc	
163	Profa.	Conseguiu?	Ie	
164	A7	Sim, e aí também não tem contato com as mãos. Só ficou um pouco aqui nos cantos.	Rpc	
165	Profa.	E aí, decidiu que vai tirar como?	Ipd	
166	A7	A16 ((diz nome do aluno)) falou pra tirar com a bucha.	Rpd	
167	A16	Mas ainda ficou porque grudou no lado da vasilha	Rpc	
168	Profa.	Então ainda ficou no ambiente né?	Sf/Ie	
169	A7	Igual ficou lá no mar, não saiu tudo.	Rpc	
170	Profa.	É, ficaram as consequências.	A	Alunos riem
171	A17	E água e óleo não se mistura então tinha que ficar mesmo né	Rpc	

Na aula prática, os alunos demonstraram mais confiança diante das perguntas de processo, respondendo por meio de respostas também de processo os questionamentos propostos pela professora. Eles interagiram ativamente entre si diante de uma situação concreta de modo a solucionar o problema proposto, ponderando as diversas possibilidades de solução para retirada do óleo da água. Nota-se também que a professora fez uma analogia entre os resultados experimentais e o que ocorre na vida real (por meio de uma pergunta de escolha – turno 168) e os alunos respondem-na com uma resposta de processo (turno 169) concluindo que mesmo em escala micro, os resíduos se mantiveram, após a retirada da maior parte do óleo.

A análise do grupo 1 apresenta elementos-chave em uma discussão sobre os impactos ambientais do petróleo e a necessidade de práticas sustentáveis e responsáveis em relação ao uso de recursos naturais, como apresentado no layout de Toulmin na Figura 6.

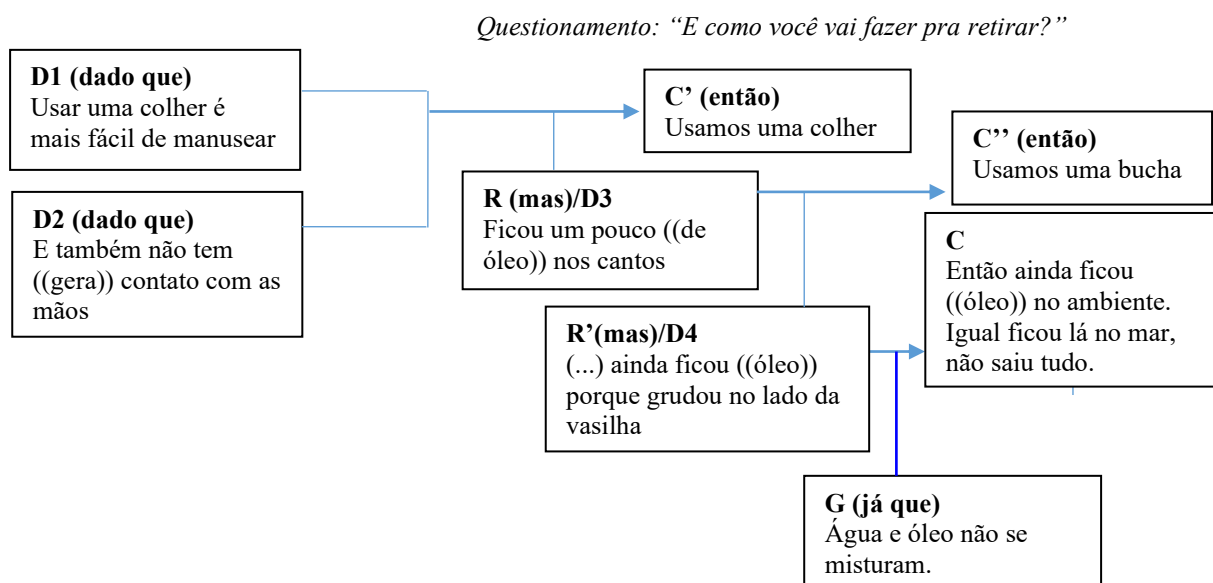


Figura 6: Layout de Toulmin para o argumento do Grupo 1.

Observa-se no layout acima que os alunos reúnem dados que justificam suas escolhas pelo uso da colher para retirada do óleo escuro da vasilha. Considerando que essa escolha apresenta limitação, expressa pela refutação R, os alunos tomam tal refutação como dado para alcançar uma nova alternativa para retirada do óleo residual, concluindo pelo uso de uma bucha (esponja), a qual também apresenta limitação, que corresponde a uma nova refutação, R'. As restrições às suas escolhas, ou conclusões, representam refutações, pois estas correspondem a um limite para as mesmas. Cada refutação serve de dado para uma nova conclusão. A conclusão final para este movimento argumentativo, por fim, envolve uma analogia entre o que ocorre no mar e o que ocorreu no experimento, ou seja, a ideia de que é difícil retirar todo o óleo jogado no ambiente. Essa analogia é provocada pela fala da professora no turno 168, sendo esta seguida pela fala de A7, no turno 69. No Turno 171, A17 apresenta uma garantia de inferência, a concepção de que água e óleo não se misturam, conhecimento este já trabalhado na aula anterior.

Com base em Gonçalves-Segundo (2020) [41] no início do argumento temos uma macroestrutura coordenativa cumulativa, em que dois dados se associam para gerar uma conclusão. Inspirados ainda nas ideias deste autor, consideramos que cada refutação à conclusão anterior, constituía-se em si mesma em dado para nova conclusão. Por fim, consideramos que a concepção que água e óleo não se misturam serve como ideia que ancora a analogia entre o que ocorre no desastre do derramamento de óleo no mar e o que ocorre no experimento, tendo em vista a afirmação de A17 no turno 171 - *E água e óleo não se mistura, então tinha que ficar mesmo né?*

As interações da professora com os demais grupos apresentam argumentos cujos layouts se assemelham ao apresentado pelo grupo 1. Durante a atividade experimental, foi observado que os estudantes foram capazes de compreender o contexto relevante para o problema, elaboraram hipóteses, planejaram e desenvolveram métodos, organizaram dados e refletiram sobre o processo.

Tendo-se em vista os momentos em que surgem os argumentos, é perceptível que eles se associam a iniciações de processo, ainda que estas ao longo da cadeia de interação sejam “decompostas” em outras mais simples, como as de produto e escolha. Os momentos mais propícios à aparição dos argumentos, considerando tal estratégia pela professora, foram as fases de orientação, passagem desta fase à de conceitualização e investigação, de acordo com o ciclo investigativo de Pedaste et al. (2015) [58].

Passamos a seguir a analisar os momentos em que os espaços para a argumentação se reduzem e não favorecem a elaboração de argumentos.

3.2 Reduzindo o espaço para a argumentação dos alunos

É importante ressaltar que, nos episódios que discutimos a seguir, os espaços para a argumentação são reduzidos em relação ao que ocorre naqueles já apresentados; todavia, não significa dizer que tais espaços são inexistentes. Assim, as questões de processo ainda são colocadas pela professora, em alguns episódios, porém em número reduzido e sem as estratégias que verificamos na seção anterior.

O Quadro 8 a seguir apresenta um excerto do episódio 12 da aula 2, em que é desenvolvido o conteúdo mistura de substâncias. A intenção da professora é desenvolver a estória científica, atuando com uma abordagem não-interativa e interativa/ de autoridade.

O episódio apresentado na fase de conceitualização não envolve iniciações de processo, restringindo o espaço para a argumentação. Situação semelhante ocorre ainda nesta fase quando a professora coloca iniciações de processo, mas não insiste em respostas mais completas dos alunos, fazendo ela mesma esse papel de ampliar as respostas. Vejamos parte do episódio 5 da aula 3, em que a professora passa a abordar os danos ambientais causados pelo derrame de petróleo no mar, por meio de uma abordagem predominantemente interativa/ de autoridade (Quadro 9).

Quadro 8: Aula 2 – Episódio 12: Tipos de misturas.

Turno	Locutor	Falas Transcritas	Padrões de interação	Comentários contextuais
80	Professora	(...) Quando a mistura é homogênea temos apenas uma fase e heterogênea pode apresentar duas ou mais fases. Quando eu falo de fases, eu falo do aspecto visual do que eu vejo. Vamos ver aqui alguns exemplos com óleo e sal de cozinha...	Sem interação	
80	Professora	Vejam, eu tenho aqui água e óleo, vocês conseguem diferenciar?	Ie	A professora apresenta um béquer contendo água e óleo.
81	Todos	Sim	Res	Asserções com justificativa - argumento
82	A10	É uma mistura heterogênea	Rpd	
83	A9	Fica gorduroso	Rpd	
84	A11	Ele fica boiando	Rpd	
85	Professora	Muito bom! Então eu tenho... quantas fases?	A Ipd	
86	Maioria dos alunos	Duas	Rpd	
87	Professora	Água e açúcar?	Ipd	
88	A7	Homogênea	Rpd	

É relevante verificar que, diferentemente do que ocorria na fase inicial da sequência de ensino, alguns alunos passam a expor pontos de vista justificados, mesmo sem a solicitação explícita da professora. É o que acontece nos turnos 131 e 132. *Profa: (...) E outra coisa que pode ser afetada é o que? A5: Os passeios e a pesca por que ficamos sem ir à praia aqui.* Isso demonstra como eles já se sentem impelidos a argumentar. No turno 136, por exemplo, A9 responde prontamente à investida da professora. Entretanto, a professora não busca respostas de outros alunos; como adiantamos, ela mesma vai ampliando a resposta de A9 no turno 137, com o intuito de prosseguir com o desenvolvimento da estória científica.

A fase de conceitualização é entendida como o processo de entender o conceito ou conceitos pertencentes ao problema iniciado (Pedaste *et al.*, p 54. Tradução nossa) [58]. Ela pode ainda ser dividida em duas subfases: Questionamentos e elaboração de hipóteses. Em nossa SEI, essas

duas subfases se mesclaram à fase de investigação, já discutida. Embora em nossa pesquisa a fase de conceitualização tenha se apresentado com uma maior restrição aos argumentos dos alunos, nem sempre isso acontece ou deva acontecer desta forma, uma vez que a elaboração de questões e hipóteses é propícia aos argumentos. Em nossa pesquisa, nesta fase a professora buscou introduzir conceitos e relacioná-los com as questões ambientais de modo que os alunos pudessem na fase de investigação fazer as conexões entre o experimento e o desastre ambiental. De fato, os alunos elaboraram essas conexões, como pudemos observar, inferindo sobre as dificuldades em retirar o petróleo da água do mar.

Quadro 9: Aula 3 – Episódio 5: Os danos ambientais causados pelo derramamento de petróleo no mar.

Turno	Locutor	Transcrições	Padrões de interação	Comentários contextuais e analíticos
124	Profa.	Aqui mostra o que?	Ipd	Mostra imagem de manguezal com petróleo, em Data-Show
125	A5	Poluição nos rios	Rpd	
126	Profa.	Boa. Mas aqui na imagem é um manguezal... mas, lá no estudo de caso, observamos que o petróleo que João Maré encontrou na faixa de areia e praia infectou o riacho que fornecia água para comunidade e como vocês acham que esse óleo chegou no riacho?	A Ipc	
127	A7	Pelos navios	Rpd	
128	A5	Pelas encanações	Rpd	
129	Profa.	E o que mais? Alguém tem mais opiniões?	F	
130	A9	Os animais	Rpd	
131	Profa.	Isso, os animais, as aves podem fazer esse transporte do óleo, por que elas carregam resíduos em suas penas. E outra coisa que pode ser afetada é o que?	A/Sf Ipd	
132	A5	Os passeios e a pesca por que ficamos sem ir à praia aqui.	Rpc	Asserção com justificativa - Argumento
133	Profa.	Isso, então afeta questões sociais, ambientais, financeiras.	A/Sf	

A relação do caso de João Maré com situação real vivenciada ou conhecida dos alunos pode ser verificada em suas falas ainda nas aulas iniciais, como apresentado abaixo:

Profa: (...) Vocês já viram notícias semelhantes a esse caso em jornais ou outras mídias?

A5: Sim

Profa.: Onde você viu?

A5: Na praia

Profa: Ahh, então você presenciou um fato?

A5: Vi em casa, mas, eu fui pra praia também

(...)

A7: Eu vi um caso parecido na internet

A4: Passou na televisão também

(Aula 2. Episódio 4)

Após discutirmos sobre episódios que expressam como os espaços para a elaboração de argumentos são ampliados ou restringidos ao longo das interações em diferentes fases da SEI, passamos, a seguir, à discussão sobre os argumentos elaborados pelos alunos em textos escritos, na última aula, em que é retomada a questão inicial da sequência.

3.3 Os argumentos escritos dos alunos

Na aula 5, os alunos foram indagados sobre o que fariam para retirar o petróleo da praia e do mar. Além disso, foi colocada para eles a problemática sobre o uso do petróleo no nosso cotidiano, se eles deixariam ou não de utilizá-lo por conta dos impactos ambientais que causa. A pergunta proposta aos alunos foi a seguinte “*O que vocês fariam para retirar o petróleo (da praia e do mar)? Vocês deixariam de utilizar esse material?*”.

Os alunos responderam esta questão em grupo. Foram 5 grupos de alunos. Com relação aos procedimentos para a retirada do petróleo, a maioria (grupos 1, 3 e 4) se ateve à retirada do petróleo das praias, considerando o trabalho coletivo da comunidade e/ou especialistas. Apenas um grupo considerou a retirada do petróleo no mar (Grupo 5). Um dos grupos (Grupo 2) não respondeu esta parte da questão.

Eu iria trabalhar em equipe (...) (Grupo 1)

Chamaria equipes de homens e equipamentos para retirada (...) (Grupo 4)

Chamaríamos navios mais distantes da costa para fazer retirada em alto mar e pessoas com experiência em navios (...) (Grupo 5)

Com relação a deixar ou não de utilizar o petróleo, com exceção do Grupo 3, que considerou os danos causados pelo uso e acidentes ambientais, todos os outros informaram que não deveríamos deixar de utilizá-lo, considerando as suas utilidades no cotidiano como combustível. Todavia, apenas o Grupo 5 encarou o conflito envolvido na questão referente à utilidade do petróleo e os danos causados por ele ao ambiente, propondo como lidar com os acidentes e forma de reduzi-los. Isso resultou em uma estrutura de argumento diferente daquela que caracterizou a dos demais, formada apenas por dado e conclusão (Figura 7).

GRUPO 5: Chamaríamos navios mais distantes da costa para fazer retirada em alto mar e pessoas com experiência em navios, processaria a empresa para pagar multa ambiental. Não deixaria de usar porque ajuda no dia a dia. Mas fiscalizaria muito porque contamina o meio ambiente e o trabalho dos pescadores.

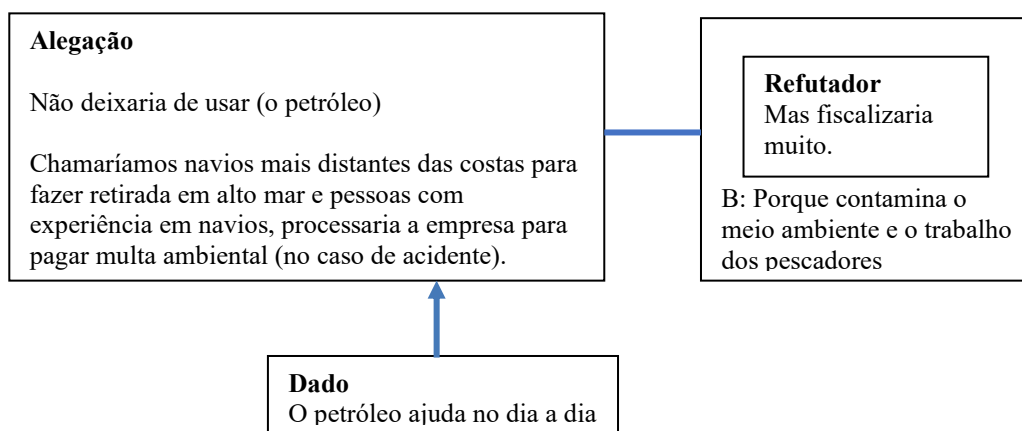


Figura 7 - Layout de Toulmin para o argumento do Grupo 5 à questão final da SEI.

O Grupo 5 investe mais que os demais grupos na elaboração do argumento, tanto no conteúdo de cada elemento empregado, quanto na quantidade desses elementos pois, além do dado e conclusão, apresenta um refutador com seu respectivo conhecimento de base, o qual lhe dá sustento. Tal refutação, do tipo interna, relaciona-se à uma limitação à alegação correspondente ao não abandono do uso do petróleo. A ideia é que o uso deve estar relacionado à uma fiscalização intensa devido aos danos causados ao ambiente, considerando-se ainda uma questão econômica, que é o meio de vida dos pescadores.

A presença de refutadores em um argumento tem sido apontada por alguns autores [10, 15, 64] como um dos indicadores da qualidade de um argumento. Os refutadores expressam a percepção que o argumentador tem acerca das limitações da alegação que busca defender, podendo, ainda, antecipar-se a possíveis contra-argumentos em um debate. Gonçalves-Segundo (2020) [41], com base em Freeman (2011) [65] discute sobre a relação das refutações com o discurso do outro, como a possibilidade de contrapor a própria alegação a uma alternativa de resposta a um problema epistêmico, valorizando-se, assim, o dialogismo.

Apenas o Grupo 5 avança no argumento com uso de refutador. Todavia, tendo-se em vista a análise da SEI, é possível perceber o avanço da maior parte dos alunos, expressando pontos de vista justificados ao lidar com uma questão sócio científica, à medida que a sequência de aulas era desenvolvida.

Entendemos que a proposta da SEI aliada à sua condução pela professora/pesquisadora incentivou os alunos a refletirem criticamente sobre o problema apresentado no caso, envolvendo-os em discussões sobre soluções e ações futuras, favorecendo o compartilhamento de experiências e percepções pessoais sobre o tema, identificando semelhanças com notícias reais com base nos conceitos científicos e fortalecendo o aprendizado com potencial conscientização cidadã. Ao longo da SEI os alunos apresentaram uma crescente capacidade de responder às perguntas de processo da professora com respostas também de processo e a atividade experimental favoreceu ainda mais esta habilidade.

Torna-se importante ressaltar que a argumentação apresentada pelos alunos apresentou a dimensão justificativa mais pronunciada que a persuasiva. Entendemos que isso se deu em função da interação ser majoritariamente desenvolvida junto à professora. Desse modo, eles buscavam justificar as respostas que apresentavam às iniciações colocadas pela professora, sem muito espaço para debaterem entre si e negociarem seus pontos de vista com os colegas, buscando persuadi-los da legitimidade de suas ideias.

4. CONCLUSÃO

Buscamos compreender ao longo da pesquisa, o processo de argumentação articulado por alunos do 6º ano do Ensino Fundamental junto à professora em aulas de ciências durante uma SEI desenvolvida a partir de um estudo de caso de natureza sociocientífica. A argumentação foi compreendida em suas relações com os padrões de interações desenvolvidos entre os alunos e a professora, a estrutura da SEI e as características do caso estudado. De acordo com os objetivos propostos, observamos que os as investidas da professora a fim de que os alunos elaborassem argumentos não obtiveram êxito nos momentos iniciais da sequência de ensino. Conforme a professora ia colocando perguntas de processo, os alunos estagnavam e não conseguiam respondê-las. No entanto, com decorrer dos encontros, a partir da terceira aula, ocorreram mais frequentemente devolutivas dos alunos às iniciações de processo, com respostas também de processo. Quanto a isso, consideramos a estratégia da professora em decompor as iniciações de processo, que requerem enunciados completos e argumentos, em iniciações que demandam respostas pontuais, como as de escolha e produto, até que os alunos organizassem suas ideias gradativamente e pudessem apresentar respostas de processo, geralmente envolvendo argumentos. Tal estratégia foi também verificada em autores citados neste artigo.

Além das estratégias da professora, associamos também o engajamento dos alunos e o desenvolvimento de argumentos às características do caso. Este fazia parte de uma realidade conhecida e/ou vivenciada pelos alunos, contribuindo para seu engajamento nas discussões e atividades propostas. Foi por meio das interações que os alunos começaram a formar

argumentos relacionados aos impactos ambientais do derramamento de petróleo, demonstrando um aprendizado dentro do contexto científico e ambiental.

O desenvolvimento da SEI em uma turma com histórico de pouco envolvimento nas aulas e baixo rendimento escolar foi frutífero. Os alunos passaram com o decorrer da SEI a elaborar argumentos e apresentar um bom engajamento nas atividades. Além disso, demonstraram compreensão do conteúdo científico abordado, como a imiscibilidade do óleo na água e suas implicações ambientais e, assim, colocaram em prática os conhecimentos adquiridos, especialmente ao tentar resolver um problema da atividade investigativa, associando-o a uma questão ambiental. Em tal atividade, os estudantes desenvolveram a capacidade de explicar e prever fenômenos, além de elaborar hipóteses, testá-las, confirmá-las e refutá-las. À medida que novas informações eram lançadas, novas técnicas de análises (respostas dos estudantes) eram ajustadas demonstrando progresso e evidenciando que o cerne da investigação científica e da expansão do conhecimento humano reside nas explicações e observações do mundo a nossa volta.

Considerando as ferramentas analíticas utilizadas, os padrões de interação propostos possibilitaram evidenciar como a professora conduziu as discussões, explorando as ideias dos alunos, promovendo um ambiente de troca de saberes e conduzindo-os a produzirem argumentos. A variação entre as classes de abordagem comunicativa adotadas pela professora facilitou a construção de argumentos informais pelos alunos, os quais envolveram basicamente dados e conclusões. Isso evidenciou que os alunos passaram a apresentar pontos de vista justificados com o decorrer das aulas. Já o *layout* de argumento de Toulmin destacou a relação entre as observações dos alunos, suas justificativas e conclusões, diante da demanda de resolução de problemas.

Vale ressaltar no processo analítico desenvolvido na pesquisa o uso de uma proposta que apresenta uma releitura do Padrão de Argumento de Toulmin. Considerar o TAP com um olhar que amplia suas possibilidades analíticas também se mostrou bastante oportuno em nossa análise, embora os dados de nossa pesquisa não tenham sido suficientes para aprofundar as possibilidades propostas pelo viés apresentado. Consideramos que pesquisas futuras devam fazê-lo.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à equipe diretiva e pedagógica da Escola Estadual Benedito de Oliveira por permitir a realização da pesquisa neste ambiente

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sasseron LH. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Rev Ensaio*. 2015;17(n. especial):49-67. doi: 10.1590/1983-2117201517s04
2. Zômpero AF, Laburú CE. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. *Rev Ensaio*. 2011 Set-Dez;13(03):67-80. doi: 10.1590/1983-211720111303053
3. Capecchi MCVM, Carvalho AMP. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. *Invest Ensino Ciênc*. 2000;5(3):171-89.
4. Carvalho AMP. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Rev Bras Pesq Educ Ciênc*. 2018 Set-Dez;18(3):765-94. doi: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765
5. Ferraz AT, Sasseron LH. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. *Invest Ensino Ciênc*. 2017 Set-Dez;22(1):42-60. doi: 10.22600/1518-8795.ienci2017v22n1p42
6. Kuhn D. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Sci Educ*. 1993 Jun;77(3):319-37. doi: 10.1002/sce.3730770306
7. Jiménez-Aleixandre MP, Bugallo RA, Duschl RA. "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Sci Educ*. 2000 Out;84(6):757-92. doi: 10.1002/1098-237x(200011)84:6<757::aid-sce5>3.0.co;2-f
8. Driver R, Newton P, Osborne J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Sci Educ*. 2000 Abr;84(3):287-312. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3%3C287::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-A

9. Zohar A, Nemet F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Jour Res Sci Teach.* 2002 Dez;39(1):35-62. doi: 10.1002/tea.10008
10. Erduran S, Simon S, Osborne J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Sci Educ.* 2004 Out;88(6):915-33. doi: 10.1002/sce.20012
11. Kuhn D, Reiser B. Science Learning as Argument Building: An Innovative Course for Secondary Science Teacher". In: Ladson-Billings G, organizador. San Francisco (CA): American Educational Research Association; 2006. p. 2115-232.
12. Sadler TD, Donnelly LA. Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *Int J Sci Educ.* 2006 Fev;28(12):1463-88. doi: 10.1080/09500690600708717
13. Erduran SMP, Jiménez-Aleixandre MP. Argumentation in Science Education. Dordrecht: Science & Technology Education Library; 2007. doi: 10.1007/978-1-4020-6670-2_1
14. Kuhn D. Teaching and learning science as argument. *Sci Educ.* 2010 Mar;94(5):810-24. doi: 10.1002/sce.20395
15. Garcia-Mila M, Gilabert S, Erduran S, Felton M. The Effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse. *Sci Educ.* 2013 Jun;97(4):497-523. doi: 10.1002/sce.21057
16. Jiménez-Aleixandre MP, Brocos P. Emotional tension as a frame for argumentation and decision-making: vegetarian vs. Omnivorous diet. *Frontiers Psy.* 2021 Jun;12:1-15. doi: 10.3389/fpsyg.2021.662141
17. Franco LG, Munford D. Aprendendo a usar evidências nos anos iniciais do Ensino Fundamental ao longo do tempo: um estudo da construção discursiva de formas de responder questões em aulas de Ciências. *Rev Bras Pesq Educ Ciênc.* 2017 ;17(2):662-88. doi: 10.28976/1984-2686rbpec2017172662
18. Colombo Junior PD, Lourenço AB, Sasseron LH, Carvalho AMP. Ensino de Física nos Anos Iniciais: Análise da argumentação na resolução de uma "atividade de conhecimento físico". *Invest Ensino Ciênc.* 2012;17(2):489-507.
19. Sasseron LH, Carvalho AMP. Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores desse processo. *Rev Ensaio.* 2013;15(3):101-22.
20. Silva VF. A argumentação sobre temas sociocientíficos no ensino de ciências e de matemática: um estudo nos anos iniciais do ensino fundamental. *Rev Práticas Linguagem.* 2018 Set;8(1):662-70. doi: 10.34019/2236-7268.2018.v8.28413
21. Santos WLP, Mortimer EF, Scott PH. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. *Rev Bras Pesq Educ Ciênc.* 2011;1(1):1-13.
22. Motokane MT. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Rev Ensaio.* 2015 Nov;17(n. especial):115-37. doi: 10.1590/1983-2117201517s07
23. Scarpa DL, Sasseron, LH, Silva MB. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. *Tópicos Educacionais.* 2017 Mar;23(1):7-27. doi: 10.51359/2448-0215.2017.230486
24. Oliveira FS, Cruz MCP, Silva ACT. Desenvolvimento da argumentação em uma sequência de ensino investigativa sobre termoelétrica. *Quím Nova Esc.* 2020 Maio;42(2):186-201. doi: 10.21577/0104-8899.20160200
25. Sá LP, Queiroz SL. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Quím Nova.* 2007 Nov;30(8):2035- 42. doi: 10.1590/S0100-40422007000800041
26. Queiroz SL, Sá LP. O Espaço para a argumentação no Ensino Superior de Química. *Educación Química.* 2009;20(2):104-10.
27. Selbach AL, Prestes D, Ribeiro D, Passos C. O método de Estudos de Caso na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química: uma revisão bibliográfica. *Quím Nova Esc.* 2021 Fev;43(1):38-50. doi: 10.21577/0104-8899.20160227
28. Sá LP, Queiroz SL. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. *Rev Ensaio.* 2011 Ago;3(2):13-30. doi: 10.1590/1983-21172011130202
29. Sá LP, Kasseboehmer AC, Queiroz SL. Esquema de argumento de toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. *Rev Ensaio.* 2014 Set-Dez;16(03):147-70. doi: 10.1590/1983-21172014160307
30. Sá LP, Francisco CA, Queiroz SL. Estudos de caso em Química. *Quím Nova.* 2007 ;30(3):731-8.
31. Sasseron LH, de Carvalho AMP. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Invest Ensino Ciênc.* 2011;16(1) 59-77.
32. Carvalho AMP. Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula. São Paulo (SP): Cengage Learning; 2013.
33. Cunha LMG, Miguel RABJ, Garrutti EA. Educação bilíngue para alunos surdos: notas sobre a construção da linguagem argumentativa no aprendizado de ciências. *D.E.L.T.A.* 2022;38(1):1-22. doi: 10.1590/1678-460X202257175
34. Scarpa DL. O papel da argumentação no ensino de Ciências: Lições de Workshop. *Rev Ensaio.* 2015;17(n. especial):15-30. doi: 10.1590/1983-2117201517s02

35. Silva VR, Lorenzetti L. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. *Educ Pesq.* 2020;46(e222995):1-21.
36. Cetina KK. *Epistemic cultures: how the sciences make knowledge*. Cambridge (MA): Harvard University Press; 1999.
37. Van Eemeren FH, Grootendorst R. *A Systematic Theory of Argumentation: The Pragma-dialectical approach*. Cambridge (Reino Unido): Cambridge University Press; 2004.
38. Botelho MP, Silva ACT, Souza DN, Santos RCS. *Contextualização e argumentação no ensino de química: o enfoque CTS aliado à pedagogia de Paulo Freire*. São Paulo (SP): Livraria da Física; 2021.
39. Jiménez-Aleixandre MP, Erduran S. *Argumentation in Science Education: An Overview*. In: Erduran S, Jiménez-Aleixandre MP, editores. *Argumentation in Science Education*. Dordrecht: Science & Technology Education Library; 2007. p. 3-27. doi: 10.1007/978-1-4020-6670-2_1
40. Vieira RD, Bernardo JRR, Evagorou M, Melo VF. *Argumentation in Science Teacher Education: The simulated jury as a resource for teaching and learning*. *Int J Sci Educ.* 2015;37(7):1113-39. doi: 10.1080/09500693.2015.1022623
41. Gonçalves-Segundo PR. A configuração funcional da argumentação epistêmica: uma releitura do layout de Toulmin em perspectiva multidisciplinar. *Bakhtiniana.* 2020;15(3):236-66. doi: 10.1590/2176-457347130
42. Martins M, Macagno F. *Argumentação na educação em Ciências: algumas questões metodológicas para o debate*. *Rev Ens Ciênc Mat.* 2021;12(4):1-23. doi: 10.26843/rencima.v12n4a05
43. Vieira RD, Sousa do Nascimento S, Melo VF, Bernardo JRR. *Argumentação e orientações discursivas na educação em ciências*. *Rev Ensaio.* 2015;17(2):707-25. doi: 10.1590/1983-21172015170308
44. Velasco PDN. *Sobre a crítica toulmiana ao padrão analítico-dedutivo de argumento*. *Cognitio.* 2009;10(2):281-92.
45. Gonçalves-Segundo PR, Isola-Lanzoni G. *A Terra é plana? uma análise da articulação entre argumentação epistêmica, multimodalidade e popularização científica no YouTube*. *Redis: Rev Estudos Discurso.* 2019;(8):84-121. doi: 10.21747/21833958/red8a4
46. Toulmin SE. *The uses of argument*. Cambridge (Reino Unido): Cambridge University Press; 2003.
47. Sousa do Nascimento S, Vieira RD. *Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências*. *Rev Bras Pesq Educ Ciênc.* 2011;8(2):1-20.
48. Freeman JB. *Argument structure: Representation and theory*. Dordrecht/Heidelberg/London/New York: Springer; 2011.
49. Walton D. *Methods of argumentation*. New York (USA): Cambridge University Press; 2013.
50. Carvalho AMP. *Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação*. *Rev Bras Pesq Educ Ciênc.* 2018;18(3):765-94. doi: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765
51. Conrado DM, Nunes-Neto N. *Questões sócio-científicas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador (BA): EDUFBA; 2018.
52. Silva AC, De Chiaro S. *O impacto da interface entre a aprendizagem baseada em problemas e a argumentação na construção do conhecimento científico*. *Invest Ensino Ciênc.* 2018;23(3):82-109. doi: 10.22600/1518-8795.ienci2018v23n3p82
53. Pereira GM, Sá LP. *Estudo de caso aliado às TDIC: fomentando a argumentação no ensino de química*. *Exper Ens Ciênc.* 2022;17(3):475-86.
54. Paiva MRF, Parente JRFP, Brandão IR, Queiroz AHB. *Metodologias ativas de ensino-aprendizagem*. *Revisão Integrativa.* 2016;15(02):145-53.
55. Lima MS, Oliveira IM, Queiroz SL. *Estudo de caso interrompido na promoção de conhecimento ambiental de graduandos em Química: resíduos sólidos urbanos em foco*. *Quím Nova Esc.* 2022 Maio;44(2):149-59. doi: 10.21577/0104-8899.20160305
56. Teixeira PMM, Megid-Neto J. *A produção acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil – 40 anos (1972–2011): Base institucional e tendências temáticas e metodológicas*. *Rev Bras Pesq Educ Ciênc.* 2017;17(2):521-49. doi: 10.28976/1984-2686rbpec2017172521
57. Godoy AS. *Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades*. *RAE – Reve Adm Empr.* 1995;35(2):57-63.
58. Pedaste M, Mäeots M, Siiman LA, Jong T, Van Riesen SAN, Kamp ET, et al. *Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle*. *Educ Res Rev.* 2015;14:47-61. doi: 10.1016/j.edurev.2015.02.003
59. Mortimer EF, Scott P. *Atividade discursiva nas aulas de ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino*. *Invest Ensino Ciênc.* 2002;7(3):283-306.
60. Gonçalves-Segundo PR. *Lógica Informal: uma introdução aos procedimentos de análise e de avaliação dos argumentos*. In: Azevedo ICM, Damasceno-Morais R, organizadores. *Introdução à análise da argumentação*. Campinas (BR): Pontes Editores; 2022. p. 101-33.

61. Silva ACT, Mortimer EF. Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. *Invest Ensino Ciênc.* 2010 Mar;15(1):123-53.
62. Mehan H. *Learning lessons: social organization in the classroom.* Cambridge (MA): Harvard University Press; 1979.
63. Mortimer EF, Massicame T, Tiberghien A, Buty C. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: Nardi R, organizador. *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes.* São Paulo (BR): Escrituras Editora; 2007. p. 53-94.
64. Kuhn D. *The skills of argument.* Cambridge (MA): University Press; 1991.
65. Freeman JB. *Argument Structure: Representation and Theory.* Springer Science & Business Media, 2011.