

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS – ICHS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO - DEEDU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – POSEDU

KÊNIA BASTO DAMASCENA

ANÁLISE DO PROCESSO DE ARGUMENTAÇÃO POR ANALOGIA NA ABORDAGEM
DE UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE A MINERAÇÃO

OURO PRETO
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS – ICHS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO - DEEDU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – POSEDU

ANÁLISE DO PROCESSO DE ARGUMENTAÇÃO POR ANALOGIA NA ABORDAGEM
DE UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE A MINERAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Ouro Preto, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Dra. Nilmara Braga Mozzer

OURO PRETO
2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

D155a Damascena, Kenia Basto.

Análise do processo de argumentação por analogia na abordagem de uma questão sociocientífica sobre a mineração. [manuscrito] / Kenia Basto Damascena. - 2020.

193 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Nilmara Braga Mozzer.

Dissertação (Mestrado Acadêmico). Universidade Federal de Ouro Preto. Departamento de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

Área de Concentração: Educação.

1. Discussões e debates - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Ciência - Estudo e ensino. 3. Estudantes do ensino médio - Mariana (MG). 4. Minas e recursos minerais - Estudo dirigido - Estudantes. I. Mozzer, Nilmara Braga. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 37(815.1)(043.3)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Kênia Basto Damascena

Análise do processo de argumentação por analogia na abordagem de uma questão sociocientífica sobre a mineração

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação

Aprovada em 09 de julho de 2020

Membros da banca

Doutora - Nilmara Braga Mozzer - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutora - Stefannie de Sá Ibraim - Universidade Federal de Brasília
Doutor - Hércules Tolêdo Corrêa - Universidade Federal de Ouro Preto

Nilmara Braga Mozzer, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito no Repositório Institucional da UFOP em 11/02/2021



Documento assinado eletronicamente por **Nilmara Braga Mozzer, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/02/2021, às 09:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0134863** e o código CRC **23019884**.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus por me permitir sentir a sua presença em todos os momentos da minha vida e por ter me concedido coragem, sabedoria, fé e força para finalizar esse trabalho, mesmo diante de diversos obstáculos que surgiram durante os dois anos.

Depois, agradeço a minha filha Ana Laura, por ser minha fonte de coragem, esperança e ânimo. Tudo que fiz e faço é por você!

A minha orientadora Nilmara, principalmente, pela compreensão, apoio, paciência, dedicação e atenção nas diversas vezes que precisei. Agradeço acima de tudo, por todas as oportunidades de orientação que contribuíram muito com a minha formação como professora de Química e pesquisadora no Ensino de Ciências. Você foi crucial para a concretização desse trabalho.

Agradeço ao meu esposo Marlon pelo carinho, paciência, incentivo, e apoio emocional e técnico em muitos momentos que precisei. Sou muito feliz pelo seu companheirismo!

A minha família, especialmente, ao meu pai, à minha mãe, aos meus avós e minha sogra que sempre me incentivaram e abraçaram esse objetivo junto comigo, vibrando em nos momentos de alegria e estando ao meu lado nos momentos de desânimo.

Agradeço aos meus amigos Luan, Denise, Isabela, Soliane e Juninho, que estiveram comigo me apoiando com palavras de incentivo, e que fizeram esta jornada mais leve e alegre.

À professora da turma, por, gentilmente, ter disponibilizado suas aulas para que a pesquisa acontecesse. O sucesso dessa pesquisa deve-se a você também!

Agradeço à Gabriela Mara e à Tatiana Costa pela boa vontade de me acompanhar durante a coleta de dados, pelo apoio e dedicação durante o processo.

Aos amigos do grupo Práticas Científicas e Educação em Ciências e, em especial, à professora Paula Cristina Cardoso Mendonça que contribuíram com discussões valiosas e por me mostraram o espírito colaborativo de um grupo de pesquisa. Aprendi muito com todos vocês.

Agradeço aos membros da banca, Stefannie de Sá Ibraim e Hércules Tolêdo Corrêa, pela disponibilidade de participar da avaliação do nosso trabalho e também pelas ricas contribuições indicadas para a melhoria do mesmo.

E finalmente, agradeço aos órgãos de fomento CNPq e CAPES pelo apoio financeiro e consentimento da bolsa.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo principal investigar o processo de argumentação por analogia no contexto de um júri simulado sobre uma questão sociocientífica (QSC) relacionada ao tema mineração. Consideramos as QSC como situações ou problemas tipicamente controversos, visto que tendem a ter inúmeras soluções plausíveis e não apresentam conclusões simples. Essas possíveis soluções podem ser fundamentadas por uma variedade de aspectos emocionais, intuitivos, morais, sociais, políticos, econômicos e éticos, além dos científicos. A abordagem de QSC no ensino de Ciências pressupõe a promoção de um ambiente argumentativo, no qual essas soluções podem ser propostas e problematizadas. Em nossa pesquisa, assumimos a hipótese de que a argumentação por analogia pode favorecer a expressão e o debate de ideias e pontos de vista pelos estudantes, uma vez que possibilita estabelecimentos de relações de similaridade entre situações familiares e novas. A perspectiva de argumentação que embasa nosso trabalho centra-se nos pressupostos da nova dialética, a qual se interessa pelo estudo do uso que o argumentador faz das proposições no diálogo, a fim de alcançar um objetivo. Nessa perspectiva, o argumento é definido como uma alegação que, de acordo com as regras do diálogo racional, deve ser coerente com a conclusão do argumentador, a fim de comprová-la ou explicá-la. Esse estudo foi realizado com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual situada em Mariana, Minas Gerais. A coleta de dados foi realizada por meio de registros em áudio e vídeo de todas as aulas em que a sequência didática (SD) foi desenvolvida, de anotações de campo e das respostas escritas dos estudantes nas folhas de atividade. Para a análise dos dados, selecionamos e transcrevemos episódios de ensino nos quais foram identificados momentos de criação, expressão e negociação de argumentos de analogia pelos grupos de estudantes pesquisados, em duas aulas da SD destinadas à preparação e realização de um júri simulado. Neste júri, os estudantes simularam posicionamentos contra e a favor a implementação de uma indústria mineradora em uma cidade e os argumentos foram elaborados para defender e refutar tais posicionamentos. Na análise dos processos de construção e crítica dos argumentos e contra-argumentos de analogia pelos estudantes nos valem do esquema de Walton, do quadro de mapeamento proposto por Mozzer e Justi e da tipologia de Shelley. Nesses processos, os estudantes buscaram sustentar seus posicionamentos em comparações entre situações que representavam vantagens e riscos sociais, econômicos, ambientais e políticos decorrentes e a situação da possível implementação da indústria mineradora. Concluímos que o processo de argumentação por analogia na discussão de uma QSC forneceu oportunidades para que os estudantes desenvolvessem habilidades críticas de analisar e validar argumentos a fim de defender seu ponto de vista e de convencer seus pares. Isso se deu, principalmente, a partir dos questionamentos críticos da professora que permitiram aos estudantes avaliar as relações de similaridade e as conclusões dos argumentos com base no grau de confiabilidade das evidências que as sustentavam. Como principal implicação dessa pesquisa, consideramos relevante que as ferramentas usadas por nós para o acompanhamento e a avaliação da qualidade dos raciocínios argumentativos dos estudantes sejam investigadas em outros contextos e níveis de ensino. Apontamos também a necessidade de se investigar se e como questionamentos críticos voltados aos aspectos morais e éticos influenciariam na avaliação dos argumentos pelos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Argumentação por analogia, Questões Sociocientíficas, Mineração.

ABSTRACT

The main objective of this research is to investigate the argumentation process by analogy in the context of a simulated jury on a socioscientific issue (SSI) related to the theme of mining. We consider SSI to be typically controversial situations or problems, as they tend to have numerous plausible solutions and do not present simple conclusions. These possible solutions can be based on a variety of emotional, intuitive, moral, social, political, economic and ethical aspects, in addition to the scientific ones. The SSI approach in science education presupposes the promotion of an argumentative environment, in which these solutions can be proposed and problematized. In our research, we hypothesized that argumentation by analogy can favor the expression and debate of ideas and points of view by students, since it enables establishing similar relationships between known and new situations. The perspective of argumentation that underlies our work focuses on the assumptions of the new dialectic, which is interested in study of the arguementer's use of propositions in dialogue, in order to achieve an objective. From this perspective, the argument is defined as a claim that, according to the rules of rational dialogue, must be consistent with the arguementer's conclusion, in order to prove or explain it. This study was carried out with students of the third year of High School of a public school located in Mariana, Minas Gerais. Data collection was performed using audio and video records of all classes in which the didactic sequence (DS) was developed, field notes and students' written responses on the activity sheets. For data analysis, we selected and transcribed teaching episodes in which moments of creation, expression and negotiation of arguments of analogy were identified by the groups of students surveyed, in two classes of the DS aimed at preparing and conducting a simulated jury. In this jury, the students simulated positions for and against the implementation of a mining industry in a city and the arguments were developed to defend and refute such positions. In the analysis of the processes of construction and criticism of the arguments and counter-arguments of analogy by the students, we use the Walton scheme, the mapping framework proposed by Mozzer and Justi and the Shelley's typology. In these processes, students sought to support their positions in comparisons between situations that represented social, economic, environmental and political advantages and risks arising and the situation of the possible implementation of the mining industry. We conclude that the process of arguing by analogy in discussing a SSI provided opportunities for students to develop critical skills of analyzing and validating arguments in order to defend their point of view and to convince their peers. This was mainly due to the teacher's critical questions that allowed students to assess the similarity relationships and the conclusions of the arguments based on the degree of reliability of the evidence that supported them. As the main implication of this research, we consider it relevant that the tools used by us for monitoring and assessing the quality of students' argumentative reasoning are investigated in other contexts and levels of education. We also point out the need to investigate whether and how critical questions related to moral and ethical aspects would influence the evaluation of arguments by students.

Keywords: Science teaching, Argumentation by analogy, Socio-scientific issues, Mining.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Categorias Esquemas Argumentativos de Walton (EAW).....	21
Quadro 2:: Esquema de argumento de analogia.	27
Quadro 3: Relação de similaridade estabelecida pelos estudantes.	28
Quadro 4: Questões críticas para o esquema de argumento de analogia.	28
Quadro 5: Exemplo de contra-analogia na comparação entre os papéis de um rei e de Deus.33	
Quadro 6: Exemplo de desanalogia na comparação entre a erupção de Toba e o impacto de um asteroide na terra.....	35
Quadro 7: Exemplo de falsa analogia na comparação entre a derrubada de um carvalho pelo outro e o parricídio.	36
Quadro 8: Exemplo de <i>misanalogy</i> entre o pagamento de seguros incêndio e saúde	37
Quadro 9: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre a desmonopolização dos supermercados e quebra de patentes de medicamentos.	57
Quadro 10: Discussão do grupo 3 a favor da implementação da empresa mineradora.	60
Quadro 11: Esquema do argumento de analogia entre a implementação da empresa Petrobrás em uma certa cidade e a implementação da empresa mineradora na cidade.....	62
Quadro 12: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre a implementação da empresa Petrobrás e a implementação da empresa mineradora na cidade.	63
Quadro 13: Discussão do grupo 4 contra a implementação da empresa mineradora.	65
Quadro 14: Esquema do argumento de analogia entre a falta de saneamento básico e os possíveis danos causados pelas barragens de rejeitos de minério.	67
Quadro 15: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre a falta de saneamento básico e os possíveis danos causados pelas barragens de rejeitos de minério.....	68
Quadro 16: Apresentação dos argumentos do grupo a favor da implementação da empresa mineradora.	71
Quadro 17: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre a implementação da empresa Petrobrás e a implementação da empresa mineradora na cidade.	72
Quadro 18: Apresentação dos argumentos do grupo contra a implementação da empresa mineradora.	74
Quadro 19: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre o saneamento básico e a fiscalização das barragens de rejeitos de minério.....	76
Quadro 20: Réplica dos argumentos dos grupos a favor e contra a implementação da empresa mineradora.	78

Quadro 21: <i>Misanalogy</i> na comparação entre o uso de agrotóxicos nos alimentos e a implementação da empresa mineradora.	81
Quadro 22: Esquema do argumento de analogia entre o uso de agrotóxicos nos alimentos e a implementação da empresa mineradora na cidade.	81
Quadro 23: Contra-analogia elaborada pelo grupo contra a implementação da empresa mineradora.	83
Quadro 24: Contra-analogia elaborada pelo grupo a favor da implementação da empresa mineradora.	84

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
1.1 A Argumentação nas Perspectivas da Pragma-dialética e da Nova Dialética	14
1.1.1 Os esquemas de argumento de Walton	21
1.1.1.1 O esquema de argumento de analogia de Walton	27
1.1.2 Analogias e argumentação por analogia no Ensino de Ciências.....	29
1.2 Argumentação no Ensino de Ciências e as Questões Sociocientíficas	39
2 METODOLOGIA	48
2.1 A Professora, a Turma e as Pesquisadoras	48
2.2 A Sequência Didática	49
2.3 Coleta de Dados	50
2.3.1 Descrição do desenvolvimento das atividades.....	52
2.4 Análise de dados	55
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.1 Análise das atividades.....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS	101
Anexo 1: Parecer de aprovação do comitê de ética	101
Anexo 2: Termo de Anuência Direcionado ao Aluno Voluntário Menor de 18 anos ..	104
Anexo 3: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Responsável pelo Aluno	107
Anexo 4: Autorização para a realização da Pesquisa.....	113
APÊNDICES	114
Apêndice 1: Sequência Didática sobre as implicações da Mineração para a Sociedade – Material do professor	114
Apêndice 2: Sequência Didática sobre as implicações da Mineração para a Sociedade – Material do estudante	165
Apêndice 3: Entrevista.....	192

INTRODUÇÃO

Os encaminhamentos propostos neste trabalho para o ensino de Ciências são derivados de questionamentos que me surgiram parte sob influência da minha formação acadêmico-profissional, parte da minha atuação como professora de Ciências na Educação Básica; em especial, em momentos em que eu refletia sobre uma forma de facilitar a compreensão de determinados conceitos científicos pelos estudantes, mas que estes fossem também significativos para sua atuação como cidadãos.

No ano de 2008, após concluir o Ensino Médio, prestei vestibular para o curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto e ingressei neste curso. Ao longo da minha formação, em virtude do contato com conhecimentos relacionados à docência e de reflexões pessoais, o desejo de atuar como professora se consolidou. Tal desejo se intensificou após lecionar Química em algumas escolas públicas e em uma escola particular.

Essas reflexões foram consolidadas a partir do meu envolvimento em diversas atividades relacionadas ao preparo para a docência, como o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), a participação em um curso de extensão destinado a jovens e adultos em situações de vulnerabilidade social e a minha atuação como bolsista em um projeto de iniciação científica na área de Química. Ao me formar em 2013, iniciei minha trajetória como professora em uma escola pública de Ouro Branco. Nas aulas, eu percebi que os conceitos científicos discutidos se distanciavam da realidade e do interesse dos estudantes, isso me levou a estudar mais sobre os processos dialógicos que propiciam a aprendizagem de Ciências e a tentar adequar a minha prática às necessidades dos estudantes.

Ainda em 2013, cursei duas disciplinas isoladas do mestrado na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais: Tópicos Especiais em Educação II: Natureza do Conhecimento Científico e suas Implicações na Pesquisa em Educação em Ciências e Tópicos em Educação: Mediações Pedagógicas no Ensino de Ciências. Essas disciplinas me deram a oportunidade de ter uma familiaridade maior com as pesquisas da área da educação e propiciaram um aprendizado sobre os rumos da pesquisa nessa área e sobre o modo de pesquisar na área de educação em Ciências, em específico.

Com o intuito de continuar meu processo formativo, em 2018, participei do processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto e ingressei no mestrado. Concomitantemente, ingressei no grupo de pesquisa “Práticas Científicas e Epistêmicas na Educação em Ciências”, coordenado pelas docentes Paula Cristina Cardoso Mendonça e Nilmara Braga Mozzer.

A participação no mencionado grupo de pesquisa possibilitou-me um aprofundamento na literatura do campo, especialmente a que trata da argumentação e a sua contribuição para o ensino de Ciências e da abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) e sua contribuição para a formação cidadã. Esse envolvimento no grupo de pesquisa também foi de extrema importância para que eu pudesse ler e estudar mais sobre o ensino de Ciências e os processos de aprendizagem.

Diante dessas leituras, eu enxerguei diversos potenciais na argumentação sob a perspectiva da nova dialética de Walton (1999). Dentre esses potenciais, podemos destacar que essa prática científica, tomada no contexto de ensino contribui para se alcançar os objetivos de aprendizagem considerados relevantes por Hodson (1992; 2014), os quais se relacionam ao entendimento das principais ideias produzidas pela ciência; de pontos relevantes sobre a construção, crítica e legitimação de conhecimentos científicos; a capacidade de se envolver em atividades que levem a construção do conhecimento científico; e o desenvolvimento de habilidades críticas para confrontar os aspectos envolvidos em QSC.

No que concerne a argumentação na perspectiva da nova dialética, tais aprendizagens podem ser potencializadas pelo fato de se assumir esta como um processo persuasivo, racional e social, que abrange o exame crítico de opiniões, a apresentação de diferentes pontos de vista, e de dúvidas e questionamentos sobre os mesmos e a consideração de aspectos característicos do contexto, como questões afetivas, morais, éticas, políticas, sociais, culturais etc., além da científica; considerações necessárias ao debate de uma QSC no ensino (VAN EEMEREN; GROTENDORST, 2004).

Nesse contexto, cremos como Mozzer e Justi (2018), na relevância de se explorar as funções potenciais das analogias como artefatos de pensamento e de linguagem de modo a favorecer a promoção de ambientes argumentativos sobre QSC. Apostamos na conjugação dessas funções, pois acreditamos que ao serem incentivados a construir e socializar os argumentos de analogia a fim de solucionar uma QSC, os estudantes podem se colocar, apresentar informações e dados para apoiar as similaridades estabelecidas entre os domínios comparados, e também recorrer a essas similaridades para justificar e defender suas ideias, refutar as comparações elaboradas pelos pares e as suas próprias. Em outras palavras, os debates gerados nesse contexto podem levar os estudantes a refletir, analisar e tomar decisões com base em argumentos de analogia.

Esse entendimento e as hipóteses de pesquisa dele derivadas foram construídos a partir das discussões com minha orientadora. Em meio a essas discussões, tomei conhecimento da

Sequência Didática (SD) desenvolvida por Diego Magno Martins, Josimara Souza Andrade e Lohayne Lygia Barbosa, na época, estudantes do curso de Química Licenciatura da UFOP.

Essa proposta didática se fundamenta na abordagem de uma Questão sociocientífica (QSC) sobre a mineração, elaborada com o intuito de propiciar o desenvolvimento de habilidades argumentativas nos estudantes. Realizamos adequações na mesma a fim de que ela também pudesse atender aos propósitos da argumentação por analogia, esta assumida como ferramenta de pensamento e de linguagem. Percorremos esse caminho, por enxergamos na SD o potencial de propiciar aos estudantes um ambiente de ensino mais interativo e dialógico no desenvolvimento de conhecimentos de Ciências relevantes para a sua atuação como cidadãos críticos.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral *analisar o processo de argumentação por analogia no contexto de um júri simulado sobre uma questão sociocientífica relacionada ao tema mineração*. Mais detalhadamente, nosso intuito é responder as duas questões de pesquisa a seguir:

- (i) como os estudantes sustentaram as relações de similaridade de seus argumentos de analogia usados para defender o posicionamento que eles simularam perante a questão sociocientífica?
- (ii) como a avaliação crítica dos argumentos de analogia e a elaboração de contra-argumentos pelos estudantes repercutiram neste processo?

O presente documento foi organizado em 3 capítulos, os quais são constituídos por seções, com o objetivo de possibilitar uma melhor compreensão sobre a caminhada empreendida por nós na pesquisa realizada.

O primeiro capítulo é composto pela fundamentação teórica. Nele, discutimos alguns pressupostos da Argumentação e da abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências. Nossa discussão centra-se na abordagem de QSC e suas contribuições para o desenvolvimento de um ambiente que fomente o envolvimento dos estudantes em momentos de análise e tomada de decisão por meio da argumentação. Apoiando nisso, apresentamos os esquemas de argumento de Walton, mais especificamente o esquema de argumento de analogia e as questões críticas como ferramentas importantes para a produção e análise da plausibilidade de argumentos pelos estudantes. Na parte final desta seção, fazemos apontamentos sobre as potencialidades das analogias como artefatos de pensamento e de

linguagem e dos contra-argumentos de analogia como ferramentas de avaliação de possíveis generalizações presentes nos argumentos de analogia dos estudantes.

No segundo capítulo, descrevemos os aspectos metodológicos deste estudo. Caracterizamos nossa pesquisa qualitativa e apresentamos informações sobre o contexto e os sujeitos envolvidos na pesquisa: a professora, as pesquisadoras, a turma e os estudantes investigados. Realizamos a descrição da SD e dos nossos propósitos de ensino e aprendizagem nas atividades propostas. E, por fim, apresentamos os métodos utilizados na coleta e análise de dados.

E finalmente, no terceiro capítulo, trazemos os resultados e a sua discussão a partir dos episódios de ensino em que identificamos indícios do uso de relações de similaridade na construção do argumento de analogia pelos estudantes ao se posicionarem perante à QSC, a avaliação crítica desses argumentos e as ocasiões em que houve contra-argumentação que ocorreram na preparação para o júri simulado e durante ele.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 A Argumentação nas Perspectivas da Pragma-dialética e da Nova Dialética

Filósofos como Platão, Sócrates e Aristóteles consideravam a construção de argumentos fundamentados como o coração do pensamento (Teoria do pensamento como argumento). Durante o período de Sócrates e por muitos anos após, até o século XX, a filosofia considerou a lógica formal como o modelo orientador do pensamento (KUHN, 1991).

Nesta perspectiva, de acordo com Bricker e Bell (2008), a argumentação é vista como construção de silogismos. Estes constituem-se de declarações com duas premissas (uma maior e uma menor) e uma conclusão estabelecida a partir dessas premissas. Como exemplo de silogismo, podemos citar: “Todas as cobras são répteis. Todos os répteis têm sangue frio. Portanto, todas as cobras têm sangue frio”. Neste caso, “têm sangue frio” é o predicado da conclusão, por isso, a afirmação “Todos os répteis têm sangue frio” é chamada de premissa maior. A afirmação “Todas as cobras são répteis” é a premissa menor, a qual contém o sujeito da conclusão; e a conclusão é: “Portanto, todas as cobras têm sangue frio”, pois se refere a uma consequência das premissas que a antecedem. A partir dessas proposições, se constrói uma dedução, que origina um argumento na lógica formal (BRICKER; BELL, 2008).

Em meados deste século, lógica e pensamento se distinguiram. No ano de 1958, Toulmin publicou o livro “Os Usos do Argumento”, no qual discute as limitações da lógica como um modelo de pensamento e as vantagens de se considerar o pensamento como argumento. O autor faz críticas à hipótese de muitos filósofos anglo americanos que consideram que qualquer argumento significativo deveria ser proclamado em terminações formais.

Em relação a isso, Toulmin (1958) adverte sobre os riscos desse tipo de raciocínio, por causa do desejo de se fundamentar em universalidades que nem sempre se encontram presentes na proposição maior ou geral. Devido a isso, o autor rompe com a perspectiva tradicional da lógica formal e se concentra no estudo de como os indivíduos argumentam em situações rotineiras.

No que concerne à relação entre pensamento e argumento, Billig em seu livro de 1987, “Argumentando e Pensando: Uma Abordagem Retórica para a Psicologia Social”, pontuou que grande parte do nosso pensamento sobre as questões consideradas importantes para nós,

envolve uma discussão silenciosa com nós mesmos, para formular e pesar os argumentos encontrados contra e a favor um ponto de vista ou uma solução (BILLIG, 1987).

Sobre esse mesmo ponto, Kuhn (1991) considera que, embora existam diferentes tipos de pensamentos capazes de ocupar a mente das pessoas por grande parte do tempo, como fazer uma lista de compras, lembrar um número de telefone, organizar as atividades diárias etc., o pensamento como argumento está ligado às crenças e aos julgamentos das pessoas e às conclusões que as mesmas alcançam.

Ainda segundo Kuhn (1991), há duas maneiras distintas em que o argumento é utilizado. A primeira, num sentido mais restrito: uma afirmação acompanhada de uma justificativa que embasa um raciocínio destinado a mostrar a verdade, ou não, de um fato. A segunda, e mais comum, se volta para a justaposição de duas afirmações opostas. Neste caso, são oferecidas justificativas para essas visões opostas e existe uma tentativa de se refutar uma delas.

O argumento tomado como prova para negar ou afirmar uma ideia ou raciocínio pode ser entendido a partir de três perspectivas: lógica, retórica e dialética. Na revisão da literatura realizada por Mendonça (2011), a autora distingue de maneira geral essas perspectivas, afirmando que a lógica busca a utilização de evidências e razões relevantes para a constituição de um bom argumento. A retórica envolve a tentativa de convencer ou persuadir uma audiência num processo no qual o argumento construído é usado para tomar as melhores decisões. A perspectiva dialética procura organizar e sistematizar as ideias para realizar discussões. Assim, de acordo com Wenzel (1990), enquanto a perspectiva lógica dá ênfase ao argumento enquanto *produto*, a retórica centra-se no *processo* de produção de argumentos e a dialética foca nos *procedimentos* associados ao discurso.

O autor van Eemeren *et al.* (1996) traçou essa distinção das perspectivas a partir dos argumentos. De acordo com ele, os argumentos lógicos fundamentam-se em um conjunto de premissas, a partir das quais deriva-se a conclusão dos fatos. O argumento dialético ocorre durante uma discussão ou debate, envolvendo raciocínios ou premissas que podem ou não serem verdadeiras e que podem ser parte de um domínio lógico ou informal. Os argumentos retóricos são oratórios e empregados para persuadir uma audiência, assim, se diferencia dos outros dois pelo fato de enfatizar o conhecimento público.

Walton (2006) distingue a teoria lógica da pragmática lógica, afirmando que na primeira perspectiva a validade do argumento depende somente das relações semânticas entre conjuntos de proposições verdadeiras ou falsas. No que tange a segunda, procura elaborar

procedimentos para analisar e construir argumentos para o discurso, sendo as conclusões consideradas *possíveis* de aceitação.

Dentro de uma ótica mais ampla, a pragmática lógica é um campo da lógica informal, movimento filosófico-educacional que surgiu nos Estados Unidos em meados da década de 1970, com o intuito de abordar os aspectos práticos da lógica. O objetivo da pragmática lógica consiste em analisar e avaliar os argumentos (e suas estruturas) que constituem os discursos na linguagem cotidiana, como aqueles envolvidos em comentários políticos e sociais, na publicidade e ambientes corporativos, em debates e controvérsias científicas, em questões de saúde, em reportagens e editoriais dos meios de comunicação de massa, em argumentos jurídicos, entre outros (SILVA *et al.*, 2016).

A pragmática lógica diz respeito ao uso que o indivíduo faz das proposições para alcançar o objetivo do diálogo. Neste sentido, a pragmática lógica, ao contrário da teoria lógica, considera o contexto mais amplo do diálogo, no qual o argumento deve ser pertinente à conclusão do argumentador, contribuindo para sua aprovação. Em suma, a teoria lógica se preocupa com as proposições que constituem o argumento, enquanto a pragmática lógica se interessa pelo uso racional destas proposições no contexto, de forma a convencer o outro argumentador (WALTON, 2006).

No campo da pragmática lógica se inserem a perspectiva da Pragma-dialética de van Eemeren e seus colaboradores (1996) e a perspectiva da Nova Dialética de Walton (1999). Por pertencerem ao mesmo campo, essas perspectivas se sustentam no mesmo princípio pragmático - o qual revela que o significado do discurso está relacionado ao seu contexto de uso e na utilização de métodos críticos para avaliar de forma imparcial e razoável os argumentos.

Algumas das características analíticas que fundamentam o campo da pragmática lógica, e que são expressas na descrição da Pragma-dialética de van Eemeren e seus colaboradores, são discutidas a seguir.

As análises da Pragma-dialética recaem sobre acordos empíricos que ultrapassam o próprio discurso. Em outras palavras, as fontes utilizadas para analisar o discurso argumentativo na Pragma-dialética são identificadas em relação às estruturas, às estratégias do discurso e às evidências relacionadas ao contexto específico do tipo de atividade no qual o discurso está inserido (VAN EEMEREN *et al.*, 1993).

De acordo com van Eemeren e Grootendorst (2004), a partir do enfoque da Pragma-dialética, as tarefas do analista são simultaneamente descritivas, analíticas e avaliativas. O

tipo de ato de fala, a estrutura dos argumentos e as formas diversas que eles podem apresentar representam, dessa forma, pontos da análise argumentativa. Diante desse objetivo de análise, tais autores destacam a necessidade de se identificar os esquemas argumentativos, e assim, perceber o tipo de argumento que está sendo utilizado. Com base nisso, pode-se proceder à reconstrução das argumentações, em que todos os elementos (explícitos e implícitos) presentes nelas são colocados em evidência.

As ferramentas que reconstroem o discurso a fim de permitir uma análise argumentativa podem envolver: a exclusão de partes não relevantes, a adição que permite tornar mais claras certas partes, a substituição que permite clarificar elementos confusos e ambíguos e; a deslocação com o objetivo de organizar certas partes (VAN EEMEREN; GROTENDORST, 2004).

Nesta perspectiva, para a análise das argumentações, tem-se a avaliação com base em padrões normativos. Tais padrões são formulados de acordo com os objetivos de uma discussão crítica, constituem as regras e aplicam-se às diferentes etapas do processo de argumentação (confronto, abertura, argumentação e fechamento) (VAN EEMEREN; GROTENDORST, 2004).

As regras para a discussão crítica se ocupam, principalmente, dos padrões que caracterizam um argumento como logicamente válido. Entre essas regras, temos, por exemplo: (i) as partes envolvidas no diálogo não devem impedir uma a outra de avançar o seu ponto de vista; (ii) a parte que avança um ponto de vista é obrigada a defendê-lo se a outra parte solicitar; (iii) um ataque de uma parte a um ponto de vista deve estar relacionado ao ponto de vista que realmente está sendo defendido pela outra parte; (iv) um lado não deve rejeitar uma premissa implícita ou falsamente apresentar alguma coisa como premissa não apresentada pela outra parte; (v) não se pode expor falsamente uma premissa como ponto de partida aceito, nem negar uma premissa que representa um ponto de partida aceito; (vi) um lado só pode usar argumentos que sejam logicamente válidos ou capazes de ser validados por tornarem explícita(s) uma ou mais premissas não expressas; (vii) não se deve usar formulações que sejam insuficientemente claras ou ambíguas e; (viii) é necessário interpretar as formulações da outra parte tão cuidadosamente quanto possível (VAN EEMEREN *et al.*, 1996).

Como uma especificidade dessa perspectiva, a Pragma-dialética tem como foco analisar os procedimentos usados nas etapas do processo de resolução de um desacordo em um discurso de característica persuasiva, o qual envolve atos de linguagem, como se

posicionar, apresentar dúvidas, elaborar argumentos a favor ou contra para resolver o assunto em discussão (VAN EEMEREN; GROTENDORST, 2004).

Um problema decorrente da consideração do contexto dialógico é que vários fatores desse contexto podem ser obscuros, imprecisos, ambíguos e difíceis de localizar. Por isso, cada argumento deve passar por uma análise racional do uso adequado das provas fornecidas, sensível às características particulares dos diferentes contextos de diálogo.

Neste sentido, a Nova Dialética de Walton, sustentada na lógica informal, vem ampliar a consideração dos diferentes tipos de diálogos, para além daqueles com características persuasivas. Isto ocorre na busca por fornecer subsídios para a análise, crítica e aprimoramento de raciocínios informais, como os que ocorrem, por exemplo, em relacionamentos interpessoais, propagandas, debates políticos, tribunais, controvérsias científicas e em outras formas de comunicação, que envolvam não só processos de persuasão racional, mas também conflitos de opiniões, questionamentos, críticas ou investigações (WALTON 1996; 2006).

Embora amplie o olhar sobre os diferentes tipos de diálogos, sob a ótica da Nova Dialética, o diálogo persuasivo ou discussão crítica é o tipo de diálogo considerado como o mais relevante na argumentação crítica, devido às regras normativas que o caracterizam como um bom diálogo (WALTON, 2006).

O diálogo persuasivo consiste em um processo em que cada parte busca convencer por meio de premissas a outra parte da sua tese (conclusão) com o intuito de prová-la. Por exemplo, em um diálogo com dois participantes, um dos participantes tem o objetivo de persuadir o outro da sua tese, a provando através de premissas que o outro participante aceita ou está comprometido; já o outro também deve provar sua tese através de premissas aceitas pela outra parte. A fim de provar sua conclusão (tese), os participantes podem recorrer a provas internas (inferências a partir da concessão do outro) e provas científicas externas (inserção de novos fatos por meio de provas científicas, opinião especializada de terceiros ou fontes especializadas) (WALTON, 2006).

De acordo com Silva *et al.* (2016), o ponto mais importante da argumentação enquanto diálogo persuasivo é a reunião de comprometimentos do participante. Esse conjunto de comprometimentos é chamado por Walton (2006) como a posição do participante no diálogo. Hamblin (1970 apud Walton, 2006) ressalta que esses comprometimentos precisam ser um conjunto definido de proposições. Assim, durante o diálogo são acrescentadas e excluídas

proposições do conjunto de comprometimentos dos participantes, conforme as regras do diálogo.

Normalmente um diálogo é uma troca de perguntas e respostas entre duas partes. Assim, para que seu objetivo se cumpra adequadamente, é indispensável a cooperação entre ambas as partes. Em outras palavras, ainda que o primeiro dever de quem participa de um diálogo persuasivo seja provar sua tese a partir das concessões do outro participante, existe também a responsabilidade de colaborar com o outro nas tentativas de provar a tese dele. Esse dever requer respostas úteis e honestas às perguntas do outro participante, permitindo-lhe extrair, da primeira parte, comprometimentos que possam ser usados como premissas em seus argumentos. Caso, uma dessas regras não seja cumprida, tem-se um mau argumento (WALTON, 2006).

Os diálogos precisam ser controlados por regras que proíbem formas mais graves de ataque pessoal ou táticas agressivas. Por isso, a importância de se conhecer quando o diálogo deixa de ser racional ou se afasta da linha de argumentação do diálogo crítico (WALTON, 2006).

Conforme Walton (2006), além dos padrões de rigor dos argumentos, também existem regras negativas que exprimem proibições no diálogo persuasivo. Certos tipos de falhas e erros de argumentação, como mencionado anteriormente, são chamados de falácias, outros de tolices, uma vez que no caso destes, trata-se de simples erros que prejudicam a argumentação de quem os comete em vez de derrotar o oponente. Outros argumentos são incompletos por não responderem de forma adequada ao questionamento crítico do participante que persuade. Muitos erros de argumentação ocorrem devido à incapacidade de responder adequadamente ao questionamento crítico¹.

Algumas regras indicativas da ocorrência de tolice e falácia se referem, segundo Walton (2006), por exemplo: às proibições de mudanças de diálogo; às mudanças/rejeição de discussão sem justificativa; ao fato de não defender um comprometimento contestado; à transferência do ônus da prova, (um participante com o ônus da prova tem a obrigação de provar algo) ou à alteração do mesmo ilegalmente; às provas internas com premissas rejeitadas pela outra parte; às fontes externas sem justificativa do argumento; à apresentação de uma tese errada; à esquiva do ponto a ser provado; às respostas errôneas a uma questão; ao fato de se forçar o término do diálogo; à apresentação de uma conclusão inapropriada para o

¹ Perguntas que podem ser realizadas para avaliar possíveis falhas ou possibilidades de refutação da linha de pensamento do proponente e do oponente (WALTON *et al.*, 2008).

argumento se distanciando da tese; à crítica para atingir o oponente e não o argumento; ao apelo à força e à piedade para impor a conclusão sem justificá-la, entre outras.

Walton (2006) ressalta que essas regras devem ser usadas para propiciar um padrão normativo de bom diálogo persuasivo. Então, o intuito da discussão crítica ou diálogo persuasivo é oferecer aos participantes a oportunidade de manifestar suas opiniões sobre uma questão e de prová-las, se for possível. Em outras palavras, o diálogo deve ser marcado pela troca de opiniões em que cada parte é livre para fazer perguntas esclarecedoras e dar respostas pertinentes, e cada parte deve ter a oportunidade de manifestar sua opinião e de contestar a da outra parte.

Diante disso, o diálogo lógico só é racional quando o proponente busca construir um argumento mais bem fundamentado do que o do oponente. Por isso, a importância de se conhecer os pontos críticos em que o diálogo deixa ser racional. A lógica informal nos ajuda a identificar tais pontos por meio dos questionamentos críticos corretos, ou seja, aqueles que visam apontar as falhas de um argumento questionável (WALTON, 2006).

Assim, em lugar de se preocupar com raciocínios indutivos (que partem de casos específicos para uma generalização) ou dedutivos (que partem de premissas gerais para se chegar a um caso particular) da lógica formal, duas formas de raciocínio destacam-se sob a ótica da Nova Dialética, sustentada na lógica informal: o “presuntivo” e o “falsificável” ou “anulável” (SILVA *et al.*, 2016).

No raciocínio presuntivo, isto é, plausível, é permitido a construção de deduções a partir de evidência(s). Isso leva a pressuposições de informações desconhecidas e, conseqüentemente, à elaboração de conclusões. Porém, a conclusão é um tipo de ‘adivinhação’ ou dedução, condenada ao abandono, se informações que falsifiquem/anulem essa conclusão aparecerem durante o curso do diálogo. Isso caracteriza o raciocínio falsificável ou anulável (WALTON *et al.*, 2008).

Esses dois tipos de raciocínio centram-se na concepção de *plausibilidade*, ou seja, se as premissas são aceitáveis, a conclusão também é tão aceitável quanto elas. No argumento plausível, quando as premissas são verdadeiras, a conclusão é no mínimo tão plausível quanto as premissas, mas isso não quer dizer que seja impossível que a conclusão seja falsa mesmo as premissas sendo verdadeiras. Logo, se o argumentador está comprometido com as premissas, ele deve estar comprometido na mesma medida com a conclusão, ou seja, se ele não aceita a conclusão, porém está comprometido com as premissas, o ônus da prova recai sobre ele (ele deve provar porque não aceita a conclusão como plausível) (WALTON, 2006).

1.1.1 Os esquemas de argumento de Walton

De acordo com Walton (1996), os tipos mais comuns de argumentos são fundamentados em raciocínios presuntivos e falsificáveis. Como discutido, esse tipo de raciocínio apoia inferências em condições de incompletude, permitindo que dados desconhecidos sejam presumidos.

Para identificar o tipo de argumento utilizado e analisar a plausibilidade do raciocínio presuntivo, o autor inicialmente propôs os chamados Esquemas Argumentativos de Walton (EAW) (WALTON, 1996; WALTON *et al.*, 2008). Inicialmente foram propostos 25 esquemas argumentativos, aos quais posteriormente foram incorporados outros 35, totalizando 60 esquemas, conforme mostra o Quadro 1.

Na perspectiva da Nova Dialética, os esquemas de argumentação e os questionamentos críticos são ferramentas que ajudam a avaliar os argumentos, em vez de apenas aceitar suas conclusões ou julgá-los corretos (WALTON, 2006).

Quadro 1. Categorias Esquemas Argumentativos de Walton (EAW)

Categoria geral dos EAW	Subcategorias dos esquemas argumentativos
Argumentos baseados em fontes	Argumentos para se obter informações: Opinião de especialista; Depoimento de testemunha. Argumentos de aceitação popular: Prática popular; Percepção; Memória. Argumentos de compromisso: Inconsistência pragmática; Compromisso inconsistente. Argumentos que atacam a credibilidade da pessoa: Ethotic; <i>Ad hominem</i> tendencioso; <i>Ad hominem</i> Circunstancial; <i>Ad hominem</i> genérico.
Argumentos de Regra e Exceção	Gradualismo; Ladeira escorregadia; Ladeira escorregadia precedente; Ladeira escorregadia sorites; Ladeira escorregadia verbal; Ladeira escorregadia completa; Constituição de regras afirmativas; Regras; Caso excepcional; Precedente; Pedido de desculpa; Classificação verbal; Definição para a classificação verbal; Imprecisão de uma classificação verbal; Arbitrariedade de uma classificação verbal.
Argumentos de Raciocínio	Raciocínio hipotético: Causa e efeito; Correlação com a causa; Sinal; Abdução; Evidência para uma hipótese. Raciocínio de precedente: Raciocínio prático; Raciocínio prático de duas pessoas; Desperdício; Custos irrecuperáveis; Consequência; Alternativa; Alternativa pragmática; Aviso; Apelo para o medo; Apelo para o perigo; Necessidade de ajuda; Perigo; Compromisso. Raciocínio de alternativa: Oposição; Retórico de oposição;

	<p>Alternativas.</p> <p>Raciocínio comparativo: Exemplo; Analogia; Raciocínio prático de analogia; Composição; Divisão; Interação de ação pessoal; Valor; Sacrifício; Grupo e seus membros; Ignorância, Epistêmico de ignorância.</p>
--	---

Fonte: Adaptado de Ibraim *et al.* (2013).

Walton *et al.* (2008) classifica os esquemas argumentativos em três categorias gerais:

- *Argumentos baseados em fontes* exhibe quatro subcategorias gerais: argumentos para se obter informações, argumentos de aceitação popular, argumentos de compromisso e argumentos que atacam a credibilidade da pessoa. Em relação às duas primeiras subcategorias, os esquemas envolvem argumentos que possuem a característica de apelar aos conhecimentos, experiências, opiniões pessoais ou de um grupo (popular) para fundamentá-los. Argumentos com essas características podem ser construídos em situações científicas e sociais. Em contextos científicos, normalmente, recorre-se a opiniões de especialistas para fundamentar a ideia que formulamos; já em contextos sociais, recorreremos às nossas experiências pessoais ou depoimentos de testemunhas para embasar nossas opiniões. No que refere às terceira e quarta subcategorias, têm-se argumentos que são usados na argumentação para invalidar ou validar o argumento do outro por meio de um ataque pessoal ao seu caráter. A credibilidade do argumento é atribuída ao caráter ou ao compromisso assumido pelo orador. Estes argumentos dessas subcategorias também podem ser desenvolvidos tanto em situações sociais quanto em científicas.
- *Argumentos de Regra e Exceção* são argumentos que são considerados apropriados de acordo com a verdade de um conjunto de premissas, ou seja, para que uma conclusão seja considerada válida as premissas que a compõem devem ser tidas como válidas de acordo com normas pré-estabelecidas. Logo, se em um conjunto de premissas forem julgadas como estando em desacordo com essas normas, estas não serão vistas como verdadeiras e, por consequência, a conclusão também não será vista como cabível ou verdadeira. Tais argumentos, podem ser desenvolvidos em contextos sociais e científicos.;
- *Argumentos de raciocínio* apresenta quatro subcategorias gerais de esquemas argumentativos originados: do raciocínio hipotético, do raciocínio precedente, do raciocínio comparativo e do raciocínio alternativo. Os esquemas argumentativos originados do raciocínio hipotético requerem hipóteses, evidências, causas e correlações para se organizarem. Esquemas argumentativos de raciocínio precedente são oriundos da avaliação

das ações prévias ou efeitos futuros para legitimar as ações a serem empreendidas. No raciocínio comparativo, os esquemas argumentativos firmam comparações entre os casos, grupos e ações assumidas. E por último, o raciocínio alternativo que constituem esquemas provenientes de um julgamento de alternativas disponíveis e da escolha da mais adequada. Esse raciocínio geralmente é usado em âmbitos sociais, porém também pode ser observado no científico (IBRAIM, 2012; IBRAIM *et al.*, 2013; MARTINS, 2016).

Essas três categorias gerais dos esquemas são compostas diferentes subcategorias. Por exemplo, dentro da categoria “Argumentos baseados em fontes”, encontramos o esquema de argumento de “opinião popular”, que pode ser expresso da seguinte forma: se uma grande maioria aceita A como verdadeiro, como mostrado por uma pesquisa (por exemplo), isso seria uma evidência de que A é geralmente aceito. Ou se A é um conhecimento comum, significando que é uma suposição que normalmente não seria contestada, então isso seria uma evidência de que A é geralmente aceito. Por exemplo, em um diálogo sobre gorjetas, nenhuma das partes contestaria a afirmação de que as pessoas costumam comer nos restaurantes. Então, isso pode ser usado em favor de A.

Na categoria “Argumentos de Regra e Exceção”, tem-se a subcategoria “regras”. Esse tipo de argumento envolve a determinação de condições para um determinado caso ou aspecto, porém ressalvas podem ocorrer caso haja justificativas. Um exemplo desse tipo de argumento no contexto social, seria: pessoas de 18 anos devem votar, pois votar é obrigatório para pessoas dessa faixa etária (IBRAIM *et al.*, 2012). Já no contexto científico, um exemplo deste tipo de argumento seria: uma reação de queima segue os princípios da lei de conservação das massas de Lavoisier. A eventual diminuição de massa que se observa, ocorre quando essa reação se processa em ambientes abertos.

Dentro da categoria “Argumentos de Raciocínio” existe a subcategoria “Raciocínio comparativo por Analogia” ou simplesmente “Argumento de Analogia”, como denominaremos neste trabalho. De acordo com Silva *et al.* (2016), o esquema de argumento de analogia representa o que se considera um argumento completo de uma linha de raciocínio, que é constituído por premissas e conclusão. As características dessas premissas e da conclusão e a forma como elas se inter-relacionam são discutidas de forma mais detalhada na seção seguinte, uma vez que se trata do nosso objeto de estudo.

Walton (1999) ressalta que sob a perspectiva da Nova Dialética, cada situação é específica, logo cada argumento deve ser avaliado com relação ao discurso disponível e ao

objetivo do argumento, pois um mesmo argumento pode não ser relevante em um contexto, mas o ser em outro.

A intenção dos esquemas de argumento de Walton, portanto, é mudar o ônus da prova. O êxito dessa tarefa depende se o esquema é válido para a situação do seu uso e se um conjunto de questões críticas relacionadas a esse esquema são respondidas. Assim, a *combinação de um esquema de argumento com as questões críticas é usada para analisar um dado argumento em um caso particular em relação ao contexto de diálogo no qual o argumento ocorre*. Avalia-se o peso de evidência no caso em que o argumento foi usado e se todas as premissas forem apoiadas por algum peso de evidência, então, aquele peso da aceitabilidade é deslocado em direção à conclusão (CORREA *et al.*, 2010).

De acordo com Blair (2001), as questões críticas podem ser elaboradas para cada esquema a fim de identificar as qualificações que devem ser satisfeitas para que tal raciocínio seja convincente (ou pelo menos plausível). Se as qualificações identificadas pelas questões críticas de um dado esquema de argumento são ignoradas, e o argumentador segue em frente e constrói ou invoca a conclusão quando essas circunstâncias qualificadoras não estão presentes, então o argumento será falacioso. Como muitas falácias consistem em violações das condições dos esquemas argumentativos, essas falácias podem ser vistas como casos especiais da falácia genérica de ignorar as qualificações.

A partir da revisão da literatura da área de Ensino de Ciências, percebemos que o uso da abordagem proposta por Walton é recente e escasso. Verificamos que os esquemas de argumentação de Walton (1996), além de ainda serem pouco utilizados em pesquisas na área da Educação, parecem não ter sido pensados e desenvolvidos para essa área, mas para a área do Direito.

Duschl e colaboradores (DUSCHL *et al.*, 1999; DUSCHL, 2008) são os precursores no uso dos esquemas de argumentação propostos por Walton na área do Ensino de Ciências. Por exemplo, no trabalho realizado por Duschl (2008), o autor fez uso de nove dos esquemas de Walton com o intuito de avaliar a instrução de estudantes participantes de um projeto e de um grupo controle. O projeto foi elaborado com o objetivo de fomentar o desenvolvimento do raciocínio científico de estudantes de Ciências da educação básica. Com essa finalidade, Duschl (2008) escolheu alguns esquemas, que de acordo com ele, estavam relacionados com aspectos do raciocínio científico (analogia, inferência, opinião de especialista etc.). Segundo o autor, tais esquemas permitiram o estudo do conteúdo pela sua proximidade com os critérios epistêmicos usados para organizar e explicar a qualidade e força do argumento. O autor

percebeu nesse estudo que os estudantes do projeto se engajaram com maior frequência em esquemas de argumentação dialógica em todas as categorias de raciocínio presuntivo em comparação com o grupo controle, já a ordem de classificação dos esquemas de argumentação (número médio de esquemas de argumentos por grupo de estudantes) exibidos pelos estudantes do projeto e pelos do grupo controle foram os mesmos. Tais dados, de acordo com o autor foram um indicativo positivo de que o currículo, instrução e modelos de avaliação que orientam o projeto são eficazes para promover o raciocínio presuntivo e o discurso dos indivíduos, por exemplo, por meio de duas ações importantes: solicitações de informações e inferências.

No Brasil, Correa *et al.* (2010), Ibraim *et al.* (2013) e Martins (2016) desenvolveram pesquisas sobre esses esquemas. No trabalho de Correa *et al.* (2010), os autores realizaram uma análise de situações argumentativas em uma sequência de ensino fundamentada na modelagem. Os esquemas argumentativos de Walton foram usados como ferramenta de análise das analogias propostas pelos estudantes naquelas situações. Os autores constataram que as questões críticas em conjunto com os esquemas argumentativos podem ser ferramentas importantes para que professores e estudantes avaliem seus raciocínios argumentativos de analogia.

Ibraim *et al.* (2013) realizaram uma pesquisa, na qual usaram a ferramenta proposta por Walton *et al.* (2008) com o objetivo de estudar os argumentos de quatro estudantes do ensino médio em um contexto de discussão de dois problemas (um científico e outro cotidiano), a partir de entrevistas realizadas antes e depois do envolvimento dos mesmos em atividades de modelagem.

As autoras perceberam que após as atividades de modelagem, os estudantes passaram a usar mais esquemas argumentativos de raciocínio prático de analogia, sinal, abdução, entre outros). Foi notado também que o contexto afetou no tipo de esquema usado pelos estudantes, de forma que, por exemplo, foi percebido que houve maior presença de argumento de natureza de conhecimento pessoal nas entrevistas do domínio cotidiano em comparação com as entrevistas científicas, além disso, não houve argumento do tipo de natureza julgamento de valor nas entrevistas. As autoras evidenciaram também que determinados argumentos, como os de raciocínio de alternativa, só foram expressos na entrevista pós-instrução na discussão do tema científico.

Diante disso, as autoras concluíram que existe uma divergência na argumentação desenvolvida nos dois contextos (cotidiano e científico), já que foi notado que contextos

próximos ao cotidiano dos estudantes favorecem a argumentação a partir de experiências, crenças e vivências pessoais, enquanto a argumentação no contexto científico favoreceu o uso de evidências para deduzir suas conclusões e relacioná-las com os fenômenos. Além disso, as autoras evidenciaram a predominância de ideias científicas válidas nos argumentos pós-instrução, concluindo que as atividades de modelagem interferiram positivamente na argumentação científica dos estudantes, pois propiciaram o desenvolvimento de conhecimentos lógicos com base em modelos científicos e em raciocínios comuns à prática científica. Contudo, as autoras não identificaram a influência das atividades de modelagem na argumentação no contexto cotidiano.

No estudo feito por Martins (2016), a pesquisadora caracterizou os raciocínios argumentativos expressos por estudantes de uma turma do primeiro ano do ensino médio em um contexto sociocientífico, a partir do uso dos esquemas argumentativos de Walton. O objetivo da pesquisadora foi identificar como a abordagem explícita e integrada de natureza da ciência² e argumentação³ no contexto de discussão de um assunto sociocientífico afetava os raciocínios argumentativos manifestados pelos estudantes. A pesquisadora concluiu que o uso dos esquemas de Walton foi interessante, pois permitiu: a caracterização das linhas de raciocínio argumentativas dos estudantes; a identificação dos diversos tipos de esquemas que os estudantes se apropriaram para fundamentar suas teorias; e o entendimento do papel deles nas linhas de raciocínio expostas por eles.

Apesar da escassez de pesquisas da área da Educação que fazem uso dos esquemas de argumentação de Walton (1996), os apontamentos das pesquisas mencionadas anteriormente, nos possibilita identificar possíveis potenciais dessa ferramenta metodológica para a pesquisa e para o ensino de Ciências, como: a identificação e a compreensão das linhas de raciocínio dos estudantes; a análise do grau de complexidade dessas linhas de raciocínio e sua evolução ao longo do processo; a identificação pelos estudantes envolvidos no processo argumentativo de falhas e possíveis refutações em seus argumentos e linhas de raciocínio (ou de seus pares)

² A natureza da Ciência é concebida como um conjunto de aspectos relacionados à construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Esses aspectos podem estar ligados às questões internas, como por exemplo, a relação entre experimento e teoria, e também a pontos externos, tais como a influência de questões sociais, culturais, religiosas e políticas na aceitação ou rejeição de ideias científicas (MOURA, 2014).

³ Martins (2016) caracteriza essa abordagem como aquela que favorece o desenvolvimento de uma visão ampla da ciência pelos estudantes, de forma que eles possam reconhecer a existência de diferentes influências (política, social, ambiental, econômica, ética) no processo de desenvolvimento e disseminação de um produto científico e que possibilite a exploração de outros aspectos de natureza da ciência, como os relacionados ao fato de que os produtos científicos evoluem, são passíveis de erro e apresentam abrangências e limitações.

e; o auxílio ao professor para seja possível fomentar de forma mais consciente as circunstâncias de discussão crítica em salas de aula de Ciências.

1.1.1.1 O esquema de argumento de analogia de Walton

O argumento de analogia é um tipo de raciocínio baseado em casos, muito utilizado especialmente em tribunais, no qual um caso é considerado similar a outro caso em algum aspecto particular. Ele se fundamenta na seguinte ideia geral: se um caso tem uma propriedade, conclui-se que outro caso também possui essa propriedade, porque ele é semelhante ao primeiro (WALTON *et al.*, 2008). O esquema de argumento de analogia, é apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Esquema de argumento de analogia.

Premissa de similaridade	Geralmente, caso C_1 é similar a caso C_2 .
Premissa base	A é verdade (falso) no caso C_1 .
Conclusão	A é verdade (falso) no caso C_2 .

Fonte: Walton (2005).

Como pode ser observado no quadro 2, a premissa de similaridade está relacionada aos domínios comparados: C_1 (domínio análogo, ou seja, aquele que é familiar) *é similar a* C_2 (domínio alvo, ou seja aquele que é desconhecido ou pouco familiar); a premissa base se refere aos aspectos do domínio análogo identificados como similares ao domínio alvo: *A é verdadeiro (falso) no caso C_1* ; e a conclusão aos aspectos do alvo inferidos como similares ao análogo: *A é verdadeiro (falso) no caso C_2* .

Como exemplo, na pesquisa realizada por Damascena e Mozzer (2019), na qual os estudantes do terceiro ano de uma escola particular de uma cidade do interior de Minas Gerais foram questionados pela professora em uma aula de Ciências sobre o seu posicionamento referente à quebra de patentes de medicamentos, eles recorreram à seguinte comparação:

“A gente colocou em ela à desmonopolização dos supermercados. Porque se tiver a desmonopolização dos supermercados a gente vai ter um número maior de supermercados com preços variados. E o mesmo ocorre quando acontece a quebra de patente, porque quando tem a quebra de patentes vai ter um número maior de remédios com preços variados.”

Neste caso, ao analisar o argumento de analogia expresso no trecho transcrito, evidenciamos como premissa de similaridade do argumento a comparação entre a

desmonopolização dos supermercados e a quebra de patentes; como premissa base a variedade de preços possibilitada pela desmonopolização; e como conclusão a variedade de preços de medicamentos decorrentes da quebra de patentes, conforme representado no quadro 3 a seguir:

Quadro 3: Relação de similaridade estabelecida pelos estudantes.

Premissa de similaridade	A desmonopolização dos supermercados é semelhante à quebra de patentes.
Premissa base	A variedade de preços é possibilitada pela desmonopolização.
Conclusão	A variedade de preços de medicamentos é decorrente da quebra de patentes.

Fonte: Damascena e Mozzer (2019).

De acordo com Walton *et al.* (2008) esta forma de argumento é anulável, pois os dois casos podem ser semelhantes um ao outro, em certos aspectos, mas diferentes um do outro, em outros aspectos; ou seja, só porque um caso é semelhante a outro, não significa que eles serão similares em todos os aspectos.

Como discutido, um argumento proposto em um caso específico é julgado pela presunção das evidências com relação às possíveis chances de resolução. Logo, se todas as premissas são sustentadas por evidências, a aceitabilidade se move para a conclusão. Premissas e conclusão estão sujeitas a refutações a partir de questões críticas apropriadas (WALTON, 1999).

As questões críticas são questionamentos que podem ser realizados para avaliar possíveis falhas ou possibilidades de refutação da linha de pensamento do proponente e do oponente. Assim, quando essas questões são respondidas de forma adequada, tem-se um argumento plausível (WALTON *et al.*, 2008).

As questões críticas gerais referentes ao esquema de analogia são apresentadas no quadro 4.

Quadro 4: Questões críticas para o esquema de argumento de analogia.

1.	Há diferenças entre C_1 e C_2 que minariam a força da similaridade citada?
2.	A é verdadeiro (falso) em C_1 ?
3.	Há algum outro caso C_3 que é similar a C_1 , mas no qual A é falso (verdadeiro)?

Fonte: Walton (2005).

Por exemplo, no contexto da proposição do argumento de analogia referente à temática “patente de medicamentos”, mencionado anteriormente, questões críticas foram realizadas pela professora, como: “*Vocês acham que a consequência de se manter uma patente seria a mesma da monopolização dos supermercados?*”. Essa questão crítica, naquele contexto, teve a intenção de possibilitar aos estudantes refletir sobre as diferenças entre os domínios comparados: consequências da manutenção do monopólio dos supermercados e das patentes de medicamentos para a população (DAMASCENA; MOZZER, 2019).

Esse exemplo demonstra como uma questão crítica associada a um esquema de argumento de analogia pode ser utilizada para identificar se existe a necessidade de reformular (ou às vezes abandonar) o argumento ou o raciocínio analógico. Nesse sentido, conforme Walton (2005), quando as questões críticas são respondidas de forma satisfatória, tem-se argumentos considerados plausíveis.

1.1.2 Analogias e argumentação por analogia no Ensino de Ciências

Gentner (1989) define as analogias como uma forma de comparação que permite estabelecer *relações de similaridade* entre algo familiar (domínio análogo) e algo que ainda não é familiar ou desconhecido (domínio alvo) ao indivíduo.

Nesse sentido, as analogias podem exercer as funções de artefatos de pensamento e de linguagem importantes no ensino e aprendizagem de Ciências, no qual uma grande quantidade de fatos e conceitos de difícil compreensão e não familiares aos estudantes são trabalhados, uma vez que por meio do raciocínio analógico os estudantes podem procurar e/ou criar relações de similaridade na tentativa de construir e de ampliar o seu entendimento sobre o domínio alvo (MOZZER; JUSTI, 2018).

Isso justifica as potencialidades das analogias no ensino de Ciências identificadas na literatura, como possibilitar: uma compreensão mais eficiente pelos estudantes de conceitos e entidades abstratas a partir daquilo que eles já possuem entendimento; a construção de novos conhecimentos; e a modificação de concepções alternativas; a proposição de novas questões, relações e hipóteses (CLEMENT, 1989; VOSNIADOU, 1989; DUIT, 1991; THIELE; TREAGUST, 1991; BLANCHETTE; DUNBAR, 2002; HARRISSON, 2008; MOZZER; JUSTI, 2012).

Para desempenhar as funções de artefatos de pensamento e de linguagem no ensino de Ciências, Andrade (2018) discute que as analogias podem assumir três diferentes papéis: explicativo, criativo e comunicativo. O papel explicativo das analogias é assumido quando

estas são apresentadas aos estudantes pelos professores ou livros didáticos, por meio de uma explicação sobre algum aspecto do domínio alvo considerado de difícil compreensão. Assim, as analogias podem promover a identificação da similaridade entre os conhecimentos prévios e científicos (pouco familiares), proporcionando um maior nível de compreensão. O papel criativo se relaciona ao seu uso na solução de problemas, identificando e elaborando hipóteses. Este processo é capaz de ajudar a desenvolver a criatividade do estudante uma vez que a solução do problema é proposta a partir das inferências estabelecidas a partir das supostas relações de similaridade entre o domínio alvo e o análogo. O papel comunicativo está ligado ao sentido semiótico das analogias como um meio de comunicação de ideias dentro do ambiente escolar. Elas representam/comunicam as ideias, conceitos e fenômenos da forma como são compreendidos pelos sujeitos quando eles interpretam e elaboram tentativas de solucionar os problemas.

De acordo com Gentner (1989) e Gentner e Markman (1997) as analogias se distinguem de outros tipos de comparação como as de mera aparência e as similaridades literais. De acordo com esses autores, se os predicados mapeados⁴ incluem atributos de objeto (propriedades descritivas dos elementos dos domínios comparados) e predicados relacionais (relações de similaridade funcionais, estruturais ou causais entre os domínios comparados), a comparação é chamada de *similaridade literal*; se apenas predicados relacionais são mapeados, a comparação é uma *analogia*; e se apenas atributos de objeto são mapeados, trata-se de uma comparação de *mera aparência*.

Assim, do reconhecimento de Gentner e Markman (1997) sobre a existência de semelhanças entre as similaridades literais e as analogias, que os autores colocam essas comparações em uma espécie de *continuum*, de forma que o poder inferencial das analogias em relação às aquelas está justamente no fato de que expressam a capacidade daqueles que as estabelecem reconhecerem nas relações de similaridade o potencial de uma comparação como ferramenta de linguagem e pensamento (DUIT, 1991; DUIT; GLYNN, 1996; MOZZER; JUSTI 2018).

A comparação entre o átomo de Bohr e o sistema solar pode ser citada como um exemplo de analogia. A partir dela é possível o estabelecimento de algumas relações de similaridade, como: (i) assim como os planetas giram em torno do sol os elétrons giram em torno do núcleo; (ii) o fato de o núcleo atrair os elétrons faz com que os elétrons girem em

⁴ De acordo com Gentner e Holyoak (1997) o mapeamento é a identificação de correspondências sistemáticas entre os dois domínios comparados e o ordenamento das partes correspondentes de cada domínio.

torno do núcleo, assim como o episódio de o sol atrair os planetas faz com que os planetas girem em torno do sol (MOZZER; JUSTI, 2015).

Um exemplo de similaridade literal é a comparação entre a dissolução do açúcar e a dissolução do sal em água, a partir da qual podem ser mapeados atributos de objeto similares como o “desaparecimento” do soluto a formação de uma solução líquida em ambos os sistemas e relações de similaridade como o balanço das interações entre as partículas de soluto e de solvente em ambos os sistemas para formação de um sistema mais estável que o inicial (MOZZER; JUSTI, 2015).

Finalmente, uma comparação de mera aparência pode ser exemplificada a partir da mesma comparação entre a dissolução do sal e do açúcar em água. Se nessa comparação forem colocados em correspondência apenas atributos de objeto como o desaparecimento do soluto e a formação de uma solução líquida.

Acreditamos, como Mozzer e Justi (2018), na importância de se explorar as funções das analogias como artefatos de pensamento e de linguagem no Ensino de Ciências. Acreditamos também que tais funções podem ser conjugadas em ambientes argumentativos, nos quais os estudantes são solicitados a elaborar argumentos de analogia na tentativa de solucionar problemas autênticos. Isso porque nos processos de construção de argumentos de analogia pelos estudantes e de socialização desses argumentos com a turma possibilitados por essas situações-problema os estudantes podem ter a chance de se posicionar, de levantar informações e dados para sustentar as similaridades estabelecidas entre os domínios comparados, de recorrer a essas similaridades para justificar e defender suas ideias, de julgar e/ou refutar as comparações elaboradas pelos pares e as suas próprias.

Em suma, a dupla função das analogias pode ser intensificada em ambientes argumentativos, pois as discussões oportunizadas nesses ambientes em sala de aula podem propiciar o engajamento dos estudantes em processos de reflexão, análise e tomada de decisão sustentados por seus argumentos de analogia.

Neste trabalho, a argumentação é vista em consonância com a perspectiva da nova dialética de Walton (1999), a qual se interessa pelo contexto de uso das proposições (diálogo), ou seja, o uso que o argumentador faz dessas proposições para atingir o objetivo. Nesse contexto, o argumento é definido como uma alegação, que em consonância com as regras do diálogo racional, deve ser adequado à conclusão do argumentador, a fim de comprová-la ou explicá-la.

Neste sentido, julgamos que o esquema de argumento de analogia de Walton, o qual é formado por premissas e conclusão pode ser uma ferramenta útil para orientar esse processo. Consideramos que a correlação entre a premissa base e a conclusão nesse esquema (vide quadro 2) se referem às relações de similaridade que podem ser determinadas entre o análogo e o alvo em uma analogia e acreditamos que tais relações assumem um papel fundamental neste tipo de argumento: são os fundamentos da premissa de similaridade, ou seja, expressam as justificativas para um determinado ponto de vista.

Desse modo, as *relações de similaridade* entre um domínio familiar (análogo) e outro pouco conhecido ou desconhecido (alvo), que representam as analogias de acordo com Gentner (1989), podem ser usadas no processo argumentativo para sustentar um argumento de analogia.

De acordo com Baker (2009), no processo argumentativo, os estudantes podem desenvolver capacidades relacionadas a saber se posicionar em defesa ou rejeição de uma opinião, expressar-se claramente e com persuasão em um debate, analisar informações e elaborar argumentos e contra-argumentos etc. Nesse processo, o contra-argumento é considerado indispensável para que a argumentação se institua. Ele é conceituado por Kuhn (1991) como um argumento que expressa em que aspecto um outro argumento é falho ou pode ser falsificado por meio de evidências. Já Shelley (2004), define contra-argumento como aquele que apresenta uma conclusão que é contrária à do argumento original que sofre ataque. Neste sentido, as definições trazidas por essas autoras não são incongruentes, uma vez que seu aspecto comum está na tentativa de diminuir a credibilidade de um ponto de vista.

No caso da pesquisa de Kuhn (1991), no entanto, sua investigação estava centrada na sondagem do raciocínio argumentativo individual dos sujeitos. Assim, contra-argumentar para a autora está relacionado à capacidade de um sujeito imaginar condições que poderiam falsificar uma teoria que ele mesmo defende. Ao passo que, para Shelley (2004), a contra-argumentação é definida a partir de uma perspectiva social como um processo no qual um indivíduo tenta refutar o ponto de vista do outro. O contra-argumento apresenta uma nova conclusão que é contrária à do argumento original que sofre ataque. Neste caso, o que Shelley (2004) chama de contra-argumentação, Kuhn (1991) chama de refutação e essas definições se assemelham no sentido de objetivar diminuir a credibilidade de um ponto de vista.

Neste trabalho assumiremos a terminologia de Shelley, considerando, como Leitão (2000), que um processo de contra-argumentação pode ou não levar à mudanças de ponto de vista. De acordo com a autora a importância desse processo está na possibilidade de

desencadear nos participantes uma revisão de suas perspectivas a respeito do mundo, físico ou social. Em outras palavras, o confronto entre o ponto de vista defendido pelo proponente de um argumento e dúvidas, opiniões opostas e contra-argumentos apresentados pelo oponente, impele os indivíduos a rever suas posições no decorrer da argumentação.

No processo de argumentação por analogia, em específico, Shelley (2004) adverte que, apesar dos avanços das pesquisas sobre o raciocínio analógico (HOLYAK; THAGARD, 1995; GENTNER *et al.*, 2001) que possibilitaram progressos na compreensão de ambos - pensamento crítico e argumentação -, ainda falta um tratamento mais atento aos contra-argumentos de analogia.

Shelley (2004), pontua que discutir contra-exemplos é uma forma de preparar o estudante para avaliar generalizações indutivas. Para ilustrar esse ponto, a autora cita a generalização indutiva da evidência de que "cisnes são brancos" para a conclusão de que "todos os cisnes são brancos". Neste caso ela ressalta a importância de se discutir contra-exemplos, como: "Este cisne é preto" para demonstrar a falsidade daquela conclusão.

Isso também é válido para os argumentos analógicos. Nesse caso, pode-se discutir contra-argumentos, classificados por Shelley (2004), como: contra-analogia desanalogia, falsa analogia, e *misanalogy*⁵. A autora defende que o estudo dos contra-argumentos de analogia no processo argumentativo é relevante, pois pode fornecer aos estudantes uma visão mais ampla da natureza dos argumentos analógicos para avaliar suas conclusões.

Dentre os contra-argumentos analógicos mencionados a contra-analogia refere-se a uma segunda analogia que sustenta uma conclusão incompatível com a conclusão apoiada por uma primeira analogia. Por exemplo, para a analogia entre os papéis do rei e de Deus em que se compara as relações de similaridade do governo do reino e do mundo e da intervenção nesses domínios respectivamente, pode-se pensar na contra analogia entre rei e Deus representada no quadro 5. O papel de contra-analogia dessa comparação é contextualizado a seguir.

Quadro 5: Exemplo de contra-analogia na comparação entre os papéis de um rei e de Deus.

Rei	Deus
Rei	Deus
Reino	Mundo
governar (rei, reino)	governar (Deus, mundo)
intervir (rei, reino)	intervir (Deus, mundo)
porque (intervir, governar)	porque (intervir, governar)

⁵ Não encontramos uma tradução correspondente na língua portuguesa para o termo *misanalogy* usado por Shelley (2004), por isso, mantemos o termo em inglês.

Fonte: Shelley (2004).

Na primeira analogia, Leibniz (apud Shelley, 2004) argumenta que a noção de intervenção de Deus no mundo é incompatível com a perfeição de Deus, pois o desenho do mundo de Deus seria naturalmente perfeito, implicando que o mundo desenvolve-se segundo uma harmonia pré-estabelecida. Ele argumenta que, entre os homens, quanto mais hábil o artífice, mais tempo o seu artefato trabalharia sem intervenção. Assim, como a sabedoria de Deus é perfeita, isso implicaria que a sua criação trabalharia para sempre sem intervenção. Nessa analogia, o domínio análogo diz que a criação de uma máquina resulta no trabalho da máquina durante certo período, pois esse período é proporcional à habilidade que o trabalhador aplica na sua criação. Por analogia, as mesmas relações aplicam-se à criação do mundo por Deus. Contudo, o período proporcional à sabedoria de Deus é sempre. Por consequência, a intervenção de Deus no mundo é dada como desnecessária e Deus não faria nada desnecessário.

Porém Clarke (apud Shelley, 2004) contra-argumenta que a criação de uma máquina por um trabalhador é apenas o rearranjo de partes para construir uma máquina, ao passo que a criação do mundo por Deus é uma criação a partir do nada, as quais são duas coisas diferentes. Este fato resulta em uma divergência no mapeamento relacional da analogia, que revela certa incoerência nela. Mas isso não é a principal objeção de Clarke ao argumento de Leibniz. O contra-argumento principal de Clarke é a contra-analogia do quadro 5. Nesse caso, Clarke compara Deus a um rei temporal. Um rei que é, por definição, alguém que intervém no governo de seu reino. Um rei que não intervém seria um rei só no nome. Como um rei, Deus é o governador deste mundo. Por analogia, então, Deus intervém nos assuntos do mundo.

Sendo assim, esse contra-argumento prejudica a conclusão da analogia de Leibniz, pois, quando consideramos as duas analogias é possível perceber que o argumento de Clarke é mais coerente e, devido a melhor explicação, é mais conveniente adotar sua conclusão do que a conclusão do argumento de Leibniz. Sendo assim, ao responder ao argumento de Leibniz, essa contra-analogia introduziu informações adicionais de um novo domínio análogo que sugere uma nova conclusão, sendo considerada uma analogia com efeito construtivo.

Já a desanalogia corresponde a um conjunto de propriedades que dois análogos deveriam compartilhar, mas não o fazem. No quadro 6, temos um exemplo desse tipo de comparação, em que são apontadas relações de similaridade entre os impactos da erupção do vulcão Toba e de um possível asteroide que teria se chocado contra a Terra. Apesar da

analogia ser estruturalmente consistente e a similaridade semântica⁶ de relações serem adequadas, as relações de similaridade ejetar, cercar e cobrir podem motivar a conclusão de que, assim como a erupção do vulcão Toba permitiu a sobrevivência da maior parte de espécies de vegetais e animais, o impacto do asteroide na Terra também implicaria em tal sobrevivência. No entanto, como a magnitude do impacto de asteroide seria muito maior, supostamente causaria uma extinção de massa, ou seja, tal propriedade não seria compartilhada com o vulcão Toba.

Quadro 6: Exemplo de desanalogia na comparação entre a erupção de Toba e o impacto de um asteroide na terra.

Vulcão Toba	Asteroide
Erupção	Impacto
Poeira	Detritos
Terra	Terra
Trevas	Trevas
Maioria das espécies	Maioria das espécies
Ejetar (erupção, poeira)	Ejetar (impacto, detritos)
Cercar (poeira, Terra)	Cercar (detritos, Terra)
Cobrir (sombra, Terra)	Cobrir (trevas, Terra)
Sobreviver (maioria das espécies, trevas)	Sobreviver (maioria das espécies, trevas)
Permite (ejetar, cercar)	Permite (ejetar, cercar)
Causa (cercar, cobrir)	Causa (cercar, cobrir)
Permite (cobrir, sobreviver)	Permite (cobrir, sobreviver)

Fonte: Shelley (2004).

Em outras palavras, a analogia vulcão/asteroide apoia conclusões incoerentes. Podemos perceber que nesse contra-argumento existe uma relação (sobrevivência), que o análogo inclui, mas que o alvo não deveria incluir. Assim, informações adicionais sobre a erupção de um grande vulcão sugerem uma nova conclusão em desacordo com a conclusão sugerida pelo argumento original.

Como resultado, toda a analogia vulcão/asteroide deve ser desconsiderada, assim como uma dedução baseada em premissas inconsistentes deveria ser, pois enfraquece qualquer base para uma conclusão. Essa desanalogia é descrita como tendo um efeito destrutivo, ou seja, a desanalogia identifica um conjunto de atributos que dois análogos devem compartilhar, mas que não o fazem.

⁶ De acordo com Shelley (2004), em referência ao trabalho de Holyoak e Thagard (1995), a semelhança semântica é um dos critérios utilizados para avaliar a coerência das analogias, o qual se refere a conceitos correspondentes que são semelhantes em significado no mapeamento da analogia.

Falsa analogia e *misanalogy* envolvem a rejeição do argumento analógico original. Isto é, a analogia original representa erroneamente os fatos da questão. Uma vez que esses fatos sejam propriamente construídos, podemos ficar com um resultado incoerente (falsa analogia) ou coerente (*misanalogy*).

A falsa analogia é uma analogia que é superficialmente atraente, mas que prova ser insustentável em um exame mais aprofundado. No quadro 7, trazemos a comparação entre a derrubada de um carvalho (um tipo de árvore) velho por um carvalho jovem e o ato de parricídio. Nessa comparação podemos perceber que existem mapeamentos de atributos e relações que não são semelhantes para as situações comparadas, tais como: os atributos inocente e culpado relacionados ao carvalho e ao homem, respectivamente, associados ao estado de ciência/inconsciência dos domínios comparados; e a relação de que a derrubada do carvalho velho pelo jovem, permite que este seja considerado inocente, enquanto que o assassinato de um pai pelo seu filho, permite que este seja julgado culpado. Por isso, esse tipo de comparação se mostra insustentável já que não satisfaz o critério de similaridade semântica.

Quadro 7: Exemplo de falsa analogia na comparação entre a derrubada de um carvalho pelo outro e o parricídio.

Carvalho	Homem
Carvalho jovem	Filho
Carvalho velho	Pai
Inocente	Culpado
Derrubar (carvalho novo, carvalho velho)	Assassinato (filho, pai)
Permanecer (jovem-carvalho, inocente)	Permanecer (filho, culpado)
Permitir (derrubar, permanecer)	Permitir (assassinato, permanecer)

Fonte: Shelley (2004).

Finalmente, a *misanalogy* é um contra-argumento de analogia que, assim como a falsa analogia, rejeita a analogia original, mas tem um efeito construtivo: apesar de rejeitar a conclusão do argumento original, esse contra-argumento possibilita uma nova conclusão. O quadro 8 contém a representação de uma comparação que pode ser entendida como uma *misanalogy*, na qual são comparados elementos associados ao pagamento de seguros incêndio e saúde, direitos do assegurado e do segurador. Nessa comparação, nota-se que os mapeamentos são estruturalmente consistentes⁷, as relações de similaridade mapeadas envolvem conceitos similares e a comparação suporta a conclusão (as companhias de seguros

⁷ Consistência estrutural é outro critério que é considerado por Holyoak e Thagard (1995) ao analisar as analogias. De acordo com Shelley (2004), a teoria *multiconstraint* proposta por esses autores exige que correspondências de um para um no mapeamento.

de saúde iriam à falência se eles assegurassem todas as pessoas doentes), porém geralmente uma companhia de seguros recebe mais bônus do que perde em pagamentos, e, assim, a mesma não vai à falência. Logo, essa comparação apoia uma conclusão revisada: as companhias de seguro de saúde garantem que as pessoas doentes permaneçam asseguradas de qualquer forma; ou seja, a conclusão implícita na comparação original, de que assegurar pessoas doentes é um inconveniente, é derrubada pela sua revisão.

Quadro 8: Exemplo de *misanalogy* entre o pagamento de seguros incêndio e saúde

Seguro incêndio	Seguro saúde
Seguro incêndio co.	Seguro saúde co.
Edifício em chamas	Pessoas doentes
Pagamentos	Pagamentos
Falido	Falido
Assegurar (s-i-c, e-c)	Assegurar (s-s-c, p-d)
Efetuar (s-i-c, pagamentos)	Efetuar (s-s-c, pagamentos)
Tornar-se (s-i-c, falido)	Tornar-se (s-s-c, falido)
Porque (tornar-se, assegurar e efetuar)	Porque (tornar-se, assegurar e efetuar)

Fonte: Shelley (2004).

Para uma análise sistemática dos contra-argumentos de analogia, Shelley (2004) classificou os mesmos em contra-argumentos de rejeição e de aceitação. Neste caso, a falsa analogia e a *misanalogy* são contra-argumentos de rejeição, já que visam revelar algum erro no argumento analógico, a fim de minar a analogia do argumento original. Porém, a falsa analogia é um contra-argumento destrutivo, pois se mostra insustentável posteriormente, uma vez que a analogia não satisfaz a restrição de similaridade semântica. Já a *misanalogy* é um contra-argumento construtivo, pois apesar de rejeitar a conclusão do argumento original, o contra-argumento possibilita uma nova conclusão.

Ao contrário das falsas analogias e *misanalogy*, Shelley (2004) sinaliza que as desanalogias e contra-analogias são contra-argumentos que têm como premissa a aceitação do argumento a ser debatido. Em vez de tentar minar uma analogia, esses contra-argumentos operam apresentando uma evidência adicional que é relevante e motiva uma conclusão alternativa.

As desanalogias, nesse caso, apresentam efeito destrutivo, dado que esta identifica um conjunto de atributos que dois análogos deveriam compartilhar, mas que não o fazem, logo novas informações adicionadas podem sugerir uma nova conclusão em desacordo com a conclusão sugerida pelo argumento original. E finalmente, as contra-analogias que se baseiam na aceitação de uma analogia original, mas com um efeito construtivo. A contra-analogia é

uma analogia que usa um domínio análogo diferente daquele usado no argumento original, logo o efeito desta não é minar um argumento analógico, mas oferecer razões superiores (por exemplo, através da introdução de informações adicionais de um novo domínio de origem) para aceitar uma conclusão alternativa.

As desanalogias e contra-analogias permitem a aceitação do argumento analógico original, mas esses operam na alegação de que o argumento original simplesmente não representa todas as informações relevantes para a conclusão. Nesse sentido, Shelley (2004) destaca que se existe algum conhecimento relevante que não é considerado em um argumento analógico, então podemos estar justificados em rejeitar esse argumento.

Diante disso, compreendemos como Shelley (2004) que as categorias de contra-argumento de analogia propostas podem nos fornecer uma taxonomia sistemática útil para a avaliação crítica de argumentos analógicos. Isso porque, caso o argumento original represente erroneamente uma situação, então uma falsa analogia ou uma *misanalogy* pode ser produzida contra ele e se argumento original omite um conhecimento relevante, então uma desanalogia ou contra-analogia pode ser produzida contra o mesmo.

Assim, tais contra-argumentos podem ser usados para avaliar a força dos argumentos, além disso, eles podem ajudar a identificar quais partes do argumento original apoiam a conclusão original e, portanto, merecem atenção crítica. Isto é, através dos contra-argumentos de analogia, podemos distinguir uma analogia coerente de uma incoerente.

Desse modo, faz-se necessário mais pesquisas que buscam analisar o papel das analogias como recurso que pode contribuir para a comunicação pelos estudantes (EMIG *et al.*, 2014). Isso porque, a associação das analogias e a argumentação é pouco frequente para auxiliar no entendimento e comunicação de ideias no contexto científico (NERSESSIAN, 1992). E também, a conjugação dessas duas práticas epistêmicas não é algo presente no ensino de Ciências na atualidade, por esse motivo, assim como Ramos (2017) e Correa *et al.* (2010), acreditamos na força das analogias como fomentadoras de processos comunicativos e argumentativos nas salas de aula de ciências. Pois, assim como o trabalho de Correa *et al.* (2010), em que eles evidenciaram por meio do esquema de argumento de analogia concomitantemente com os questionamentos críticos, a possibilidade de identificar quando e se era necessário que os estudantes modificassem seus argumentos ou raciocínios, outras pesquisas que envolvam as analogias como meio de fomentar ambientes comunicativos e argumentativos também é importante.

1.2 Argumentação no Ensino de Ciências e as Questões Sociocientíficas

De acordo com Leitão (2007), a argumentação como parte da linguagem, é definida como uma atividade cognitivo-discursiva, essencialmente dialética e dialógica, na qual um ou mais indivíduos com ideias distintas recorrem a movimentos discursivos a fim de justificar e provar suas ideias por meio do reconhecimento das ideias contrárias apresentadas.

Os movimentos discursivos que definem a argumentação constroem um processo de negociação, no qual as ideias sobre o mundo são constantemente desenvolvidas, organizadas, analisadas e, caso necessário, modificadas, pois os indivíduos se engajam em justificar seus pontos de vista e também em examinar e refutar os pontos de vistas diferentes (LEITÃO, 2007).

Para Leitão (2007), no processo argumentativo, quando o indivíduo se depara com pontos de vistas contrários aos seus, ele pode rever sua justificativa antes de apresentar uma resposta, o que pode abrir espaço para a negociação e, inclusive, para a modificação de suas perspectivas. Isso ocorre devido à característica responsiva deste processo, no qual o indivíduo procura construir uma resposta na contra-argumentação.

Ao rever o modelo de Toulmin para o estudo da argumentação, Leitão (2007) pontua que uma das críticas que precisam ser destacadas é que se refere aos seis elementos (afirmação, dados, justificativa, condições de refutação, qualificador e apoio) de sustentação do ponto de vista que esse modelo privilegia, diminuindo, assim, o efeito e a relevância da contra-argumentação e do exercício de negociação inerentes ao processo argumentativo. A autora considera que o modelo de Toulmin não consegue analisar de maneira coerente a construção de conhecimentos que se dá pela argumentação, uma vez que não leva em conta o *conflito* e a *negociação de ideias*, os quais acarretam na revisão de pontos de vista.

Tal perspectiva, centrada na pragma-dialética, é coerente com as ideias fundantes da nova dialética. Como discutido anteriormente, esta assume que o argumento dialético ocorre durante uma discussão ou debate e que, por isso, cada caso é particular e a análise crítica de cada argumento precisa ocorrer considerando o discurso disponível, as informações e a finalidade desse argumento naquele contexto. Além disso, o argumento deve ser pertinente à conclusão do argumentador, contribuindo para sua aprovação. (WALTON *et al.*, 2008; WALTON, 1999, 2006).

Esse olhar para o processo argumentativo realça seu potencial incontestável no ensino de ciências. Um de seus potenciais benefícios está relacionado à oportunidade que esse processo oferece aos estudantes de refletirem sobre a visão de mundo que trazem para a sala

de aula através de seus conhecimentos prévios (CHIARO E LEITÃO, 2005). De acordo com essas autoras, a dimensão epistêmica do processo argumentativo estabelecido em sala de aula pode favorecer o desenvolvimento e a mudança de crenças e conceitos, além da implementação e construção do raciocínio científico.

Chiaro e Leitão (2005) ressaltam que os movimentos epistêmicos que encaminham as interações discursivas entre os estudantes e o professor, permitem que os processos argumentativos sejam concretizados, além de permitir identificar o entendimento dos estudantes sobre o conteúdo discutido. Ferraz e Sasseron (2017) e Ibraim e Justi (2018) definem esses movimentos como ações ou propósitos do professor para encaminhar os estudantes de forma a incentivar o desenvolvimento e a negociação de significados entre os mesmos.

Neste mesmo sentido, Chiaro e Leitão (2005) consideram que esses movimentos estão relacionados às ações do professor para o desenrolar do processo argumentativo, seja por meio de suas solicitações para a justificativa das afirmativas, refutação de ideias, reconstrução e apresentação de ideias relevantes para a solução do problema ou estabelecimento de consenso.

A argumentação faz parte do trabalho científico (LATOURET, 2000; WONG; HODSON, 2010), uma vez que a elaboração do conhecimento científico envolve uma série de práticas epistêmicas nas instâncias sociais de proposição, comunicação, avaliação e legitimação desse conhecimento (KELLY, 2008). Nesse sentido, Araújo (2019) destaca a existência de uma potencial relação entre a argumentação e as práticas epistêmicas. Essa relação se justifica, pois a argumentação pode ser caracterizada pela habilidade de analisar e validar afirmativas com base em evidências⁸ (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010). Logo, conforme aponta Christodoulou e Osborne (2014), o envolvimento dos estudantes em práticas epistêmicas pode ser favorecido em processos de argumentação, pois esses exigem interações sociais para o desenvolvimento de padrões para a escolha e análise de evidências, desenvolvimento de argumentos e contra-argumentos, expressão de justificativas, entre outros.

Diferentes autores destacam as contribuições da argumentação no Ensino de Ciências para as aprendizagens de Hodson (1992). De acordo com Abi-El-Mona e Abd-El-Khalick (2011) e Osborne (2007) a aprendizagem *de ciência* é favorecida devido à natureza dialógica e social da construção do conhecimento e pelo raciocínio e análise envolvidos no ensino

⁸ Vale ressaltar que o significado de evidências, na perspectiva da Nova Dialética, está associado às informações disponíveis no contexto do diálogo, as quais sustentam as premissas e que podem aumentar a aceitabilidade da conclusão do argumento (WALTON *et al.*, 2008).

fundamentado na argumentação. Uma vez que, assim como destaca Jiménez Aleixandre (2010) e Kuhn (1991), a argumentação é um dos processos de auto-regulação do pensamento, que possibilita a externalização deste, tornando-o público.

Mendonça (2011) ressalta que a argumentação é favorável ao desenvolvimento das aprendizagens propostas por Hodson (1992): *de ciência*, que envolve a compreensão das principais ideias produzidas pela ciência, ou seja, adquirir conhecimentos conceituais e teóricos; *sobre ciência*, que envolve a compreensão de aspectos importantes relacionados à elaboração, crítica e legitimação de conhecimentos científicos, incluindo a consciência das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente; e relacionadas ao *fazer ciência*, que envolve o desenvolvimento da capacidade de participar de atividades que levem ao desenvolvimento do conhecimento científico e à proposição de soluções para problemas científicos, além de desenvolver a confiança dos sujeitos no enfrentamento de problemas do chamado “mundo real”⁹. Em seu trabalho de 2014, Hodson acrescenta um quarto objetivo básico de aprendizagem em relação aos três anteriormente propostos em seu trabalho de 1992, o qual considera que também deve ser contemplado na educação científica: *abordar as QSC*, o que equivale a desenvolver habilidades críticas para confrontar os aspectos pessoais, sociais, econômicos, ambientais e ético-morais envolvidos nessas questões.

Duschl e Osborne (2002) e Driver *et al.* (2000), consideram que o ensino de Ciências possibilita aprendizagens *sobre ciência* e sobre o *fazer científico* no momento em que se oportuniza aos estudantes o engajamento em argumentação, elaboração de explicações e julgamento de evidências. Por outro lado, esses autores advertem que atividades que não propiciam espaços para debates e estruturação social do conhecimento por meio da análise de diferentes concepções e pontos de vista para um determinado fato, entidade, fenômeno ou sistema não são capazes de promover as aprendizagens mencionadas.

Pesquisas como as de Jiménez-Aleixandre e Pereiro Muñoz (2002) apontam as contribuições da argumentação para a aprendizagem *de ciência*, ressaltando o desenvolvimento de reflexões metacognitivas e metaconceituais. Segundo tais autores a argumentação possibilita aos estudantes perspectivas de expansão e administração do aprendizado, de forma a favorecer que eles exerçam o papel de produtores de conhecimentos, ao contrário de meros consumidores do conhecimento produzido por outros.

Neste sentido, a pesquisa de Garcia-Mila e Andersen (2008) sobre argumentar para aprender destaca a importância de se estruturar métodos de ensino que priorizem a

⁹ O “mundo real” ao contrário do “mundo da escola” não se refere somente à ciência profissional e o que ela estuda, mas também à esfera social, que influencia e é influenciada pela ciência (HODSON 1992; 2014).

aprendizagem por meio da argumentação. Tais recomendações se referem à oferecer oportunidades aos estudantes de: resolver problemas autênticos; apresentar ideias contrárias para a solução desses problemas; promover práticas epistêmicas; desenvolver trabalhos em grupos colaborativos para a co-construção de conhecimentos; desenvolver reflexões metacognitivas e metaconceituais.

De acordo com Jiménez-Aleixandre (2010), a melhoria dos processos de aprendizagem (aprender a aprender) está relacionada ao desenvolvimento de competências da comunicação linguística. Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008) e Jiménez-Aleixandre (2010), afirmam que tais competências podem ser desenvolvidas por meio do envolvimento dos estudantes em atividades argumentativas, pois a argumentação exige deles a manifestação de modos de pensamento e raciocínio por intermédio da fala e/ou escrita. De acordo com essas pesquisadoras, particularmente no ensino de Ciências, a argumentação pode auxiliar nessa aprendizagem de falar e redigir Ciências, a qual é parte do letramento científico¹⁰. Tal ponto de vista é consonante com o de Lemke (1990), para o qual a linguagem é apontada como um evento social, sendo que tanto a fala quanto a escrita científica são práticas sociais que podem favorecer o desenvolvimento de significados e, portanto, contribuir para a aprendizagem científica.

A inserção dos estudantes em atividades características da comunidade científica que englobam a produção, a avaliação e a comunicação de conhecimentos, de acordo com Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008), pode favorecer o entendimento mais efetivo de natureza da Ciência pelos estudantes (*aprendizagem sobre ciência*). Isto porque pode contribuir para que eles a vejam como uma atividade social, dependente de influências políticas e padrões de uma época e de caráter provisório, baseada em modelos e teorias que foram julgados coerentes a partir de evidências disponíveis e que foram aceitas pela comunidade científica naquele período.

A argumentação, como uma prática científica, de acordo com Araújo (2019), pode conjugar e fomentar ações epistêmicas no ensino de Ciências como: a geração de hipóteses; a defesa ou a refutação de explicações/pontos de vista; a avaliação crítica de explicações/pontos de vista; a negociação de explicações/pontos de vista justificados etc. Neste mesmo sentido, como afirmado anteriormente, Kelly (2008) reuniu as práticas epistêmicas em quatro tipos de instâncias sociais: produção, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento. Dessa

¹⁰ Optamos pela utilização do termo letramento científico em lugar do termo alfabetização científica, em virtude do primeiro termo carregar, em si, a perspectiva social e crítica de aprendizagem de Ciências defendida por Sadler (2011) e explorada a seguir nesta seção.

forma, consideramos que a argumentação está associada a estas ações e práticas, uma vez que, a partir dela, pode ocorrer: a produção de conhecimento por meio do convencimento do(s) outro(s) com base em um ponto de vista/explicação fundamentado em evidências; a comunicação por meio da fala e/ou da escrita envolvidas neste processo dialógico; a avaliação por meio da análise crítica das evidências que sustentam um ponto de vista/explicação; e a legitimação através do estabelecimento de consensos, por meio dos quais os estudantes se apropriam e legitimam as explicações elaboradas.

Além disso, segundo Jiménez-Aleixandre (2010) as atividades argumentativas podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Este, do ponto de vista da autora, se refere à capacidade de construir uma opinião autônoma ao pensar sobre a realidade. Para a autora, a argumentação é uma forma de ajudar no desenvolvimento desse pensamento, pois por meio dessa prática os estudantes fazem uso de evidências, raciocinam baseando-se em critérios racionais, questionam discursos de autoridade e desconfiam de ideias sem fundamentos. Em relação a isso, Kuhn (1991) defende que o pensamento crítico é primordial para a participação na democracia, logo, a função da escola é instruir seus estudantes para essa atuação, ao fundamentar transversalmente o ensino na argumentação.

Por esses diferentes potenciais, a argumentação sobre dilemas sociocientíficos se apresenta como um objetivo relevante no ensino de Ciências, como destacado por Hodson (2014). Em consonância com as ideias de Zeidler e seus colaboradores (2005) a terminologia “Questões Sociocientíficas” (QSC) é adotada neste trabalho para caracterizar situações ou problemas tipicamente controversos, uma vez que tendem a ter diversas soluções plausíveis e não apresentam conclusões simples. Essas possíveis soluções podem ser informadas por uma variedade de fatores emocionais, intuitivos, morais, sociais, políticos, econômicos e éticos, além dos científicos (SANTOS *et al.*, 2001).

De acordo com Sadler (2011), apoiar o envolvimento dos estudantes em questões complexas e socialmente relevantes alinha-se com esse objetivo de promover a cidadania. Isso porque, se o intuito é ajudar os estudantes a se tornarem mais capazes de negociar os desafios da ciência, conforme ela é representada nas questões reais da sociedade, um ensino centrado apenas no conteúdo científico torna-se insuficiente.

Assim, assumimos a perspectiva de letramento científico defendida por Sadler (2011), que ressalta a importância de priorizar um ensino de Ciências para todos, não somente para aqueles indivíduos que vão se envolver profissionalmente com a ciência. Nesta perspectiva, o letramento científico é entendido como o desenvolvimento de *todos* os estudantes como

cidadãos preparados para se engajar criticamente nos discursos da sociedade moderna e assumido como um compromisso da educação em Ciências.

Sadler (2011) descreve duas visões de letramento científico expressas por (ROBERTS, 2007; SADLER, 2011). A primeira visão se refere à construção de conhecimentos científicos (produtos) e das práticas científicas (processos); ou seja, um letramento *dentro da ciência*. A segunda se refere ao letramento *sobre situações relacionadas com a ciência*, o qual abrange reflexões que perpassam o científico, mas não se restringem a ele. Essas reflexões são demandas em situações que os estudantes poderão encontrar como cidadãos.

Nesta segunda perspectiva, assumida por Sadler (2011) e por nós, indivíduos cientificamente letrados são aqueles aptos a confrontar, negociar, tomar e sustentar decisões¹¹ nas situações cotidianas que *envolvem* a ciência. Um letramento científico que prioriza uma ciência para todos, não apenas para os poucos que se envolvem/envolverão profissionalmente com esse domínio do conhecimento.

A necessidade e urgência de uma educação científica que contribua para os contextos sociais mais amplos nos quais ela se insere é evidenciada pela grande quantidade de problemas socioambientais enfrentados no mundo contemporâneo, como: dilemas relacionados a doenças como dengue, zika e Chikungunya, mudanças climáticas, perda de biodiversidade, altos níveis de insegurança social, desigualdades socioeconômicas e de acesso a direitos sociais etc.(CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

De acordo com Conrado e Nunes-Neto (2018), a proximidade desse tipo de problema com as situações do cotidiano dos estudantes pode aumentar o interesse, o diálogo e o engajamento dos mesmos quando envolvidos na busca por uma solução. Os autores ressaltam ainda que a conexão afetiva/emocional entre a controvérsia sociocientífica e o estudante é um agente indispensável para seu engajamento na resolução do problema e na mobilização de recursos e conhecimentos relacionados ao conteúdo.

Engajamento e envolvimento afetivo/emocional, por sua vez, podem contribuir para que o estudante perceba que ele é um responsável direto e, conseqüentemente, apto a tomar decisões frente aos problemas socioambientais atuais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

¹¹ Neste trabalho, a tomada de decisão é entendida como o posicionamento assumido pelos estudantes diante de dilemas socioambientais discutidos nas situações de ensino propostas. É importante esclarecer que tal posicionamento pode apresentar caráter provisório, o que significa que os estudantes, a partir da análise crítica de outros fatores, podem rever o posicionamento assumido diante desses dilemas. Isso é coerente com o próprio caráter provisório do conhecimento, no sentido de que algumas ideias podem ser substituídas por outras e que os mesmos dados e informações podem ser interpretados de distintas maneiras (ARAÚJO, 2019).

Outros pesquisadores como Sadler e Zeidler (2004), também têm afirmado que as crenças, a afetividade e as emoções exercem função essencial no raciocínio moral, na tomada de decisão e no desenvolvimento do caráter. Isso foi evidenciado no trabalho de Sadler e Zeidler (2004), no qual os autores buscaram analisar como os estudantes recorrem à moralidade diante da QSC sobre clonagem e terapia gênica. A partir da análise realizada, eles tiveram indícios de uma interpretação moral nos padrões de pensamento e sentimento expressos pelos estudantes, empatia com os personagens do cenário e análise intuitiva do cenário em seus julgamentos sobre a clonagem reprodutiva.

Debates que envolvem QSC, de acordo com Sadler e Donnelly (2006), pode favorecer também o desenvolvimento de habilidades argumentativas, pois o seu caráter controverso e aberto impulsiona a análise e a avaliação de evidências, justificativas, conclusões e refutações.

Segundo alguns autores, como Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) e Yager e Tamir (1993), por meio das QSC podem ser esclarecidos e revelados os diversos pontos de vista, possibilitando a discussão com a mobilização de conhecimentos científicos de diferentes domínios, e também, de modo especial, de conhecimentos sobre ética. Estes e outros autores também consideram que atividades de raciocínio relacionadas às QSC, exigem para a tomada de decisão, além dos conhecimentos sobre as disciplinas, valores, ideologias e ponderação moral sobre os problemas sociais relacionados (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; AGRASO, 2006; SADLER; DONNELLY 2006).

A própria tomada de decisão é considerada uma capacidade que pode ser promovida na abordagem de QSC (SADLER; DONNELLY, 2006). Isso é possível, de acordo com Santos *et al.* (2001), pois o estudante com tal preparo torna-se apto a reconhecer a diversidade de pontos de vista sobre um assunto e analisar criticamente a informação recebida.

Para Sadler e Zeidler (2004) é a natureza polêmica dessas discussões que pode propiciar, nos debates em sala de aula, a ocorrência de pontos de vista adversos, conflituosos e, assim, a emergência da argumentação. Sendo assim, esses autores afirmam que a abordagem de QSC na educação em Ciências pode resultar em uma aprendizagem mais atraente para o contexto de vida em que os estudantes estão inseridos, promover o entendimento de natureza da ciência, aprimorar a argumentação e a capacidade de analisar conhecimentos e informações dos estudantes.

Jiménez-Aleixandre (2010) também considera que a abordagem de questões sociocientíficas pode fomentar o desenvolvimento de um contexto que favorece o engajamento dos estudantes em situações de análise, tomada de decisão, argumentação, além

de possibilitar a compreensão de conhecimentos científicos e sobre ciência, o que vai de encontro com o objetivo de formar cidadãos alfabetizados cientificamente (termo usado pela autora).

Em consonância com os pontos de vista anteriores, Conrado *et al.* (2016) destacam a importância da argumentação para a prática científica, para o ensino de Ciências e para a prática social. Nas palavras dos autores:

Quando se tem um maior domínio sobre como ocorrem os processos comunicativos relacionados à atividade científica, incluindo a argumentação, a aprendizagem de e sobre a ciência é potencializada. Além disso, a argumentação tem um papel relevante na prática social relacionada aos processos dialógicos de tomada de decisão em sociedade, pois contribui para a instrumentalização do estudante tanto para a defesa e a justificação de suas ideias quanto para a análise crítica das informações que constantemente ele/ela recebe (CONRADO *et al.*, 2016, p. 5522).

Jiménez-Aleixandre e Muñoz (2002) apontam que há três componentes que se relacionam ao desenvolvimento da capacidade de tomar decisões pelos estudantes em discussões de QSC no ensino de Ciências: (i) o uso de conhecimento relevante para entender e decidir sobre o problema; (ii) o desenvolvimento de critérios para avaliar soluções alternativas ao problema; (iii) o processamento crítico de diferentes fontes de informação e autoridade.

No que concerne ao primeiro item, a discussão de QSC em ambientes argumentativos de ensino de Ciências pode possibilitar a aprendizagem integrada de conteúdos científicos, uma vez que essas problemáticas estão ligadas a controvérsias e opiniões científicas distintas e interdisciplinares, o que exige a movimentação de conhecimentos de diversas dimensões para a construção de argumentos de qualidade (SADLER, 2004). Como Sadler, outros pesquisadores da área de Educação em Ciências como Sá e Queiroz (2010) e Simonneaux (2007) também defendem as contribuições da argumentação na abordagem de QSC para a melhoria da compreensão dos estudantes na área estudada em articulação com outras áreas de conhecimento e para o desenvolvimento do pensamento crítico.

Sobre o segundo item, Jiménez-Aleixandre e Agraso (2006) pontuam que atividades sobre dilemas como as QSC, são geralmente questionáveis e abertas, por isso, requerem, na tomada de decisão, além da mobilização de conhecimentos relacionados às diferentes disciplinas, a consideração de valores, ideologias, reflexão moral sobre as questões sociais inerentes a ela e, por consequência, a necessidade de se estabelecer critérios para avaliar suas possíveis soluções.

Já em relação ao terceiro item, Jiménez-Aleixandre (2010) e Jiménez-Aleixandre e Muñoz (2002) destacam o potencial da introdução de atividades argumentativas em sala de aula para o desenvolvimento do pensamento crítico por parte dos estudantes. Isso porque fazem parte da prática argumentativa o uso de provas (evidências), o julgamento baseado em critérios racionais, a disposição a questionar a mera autoridade e a desconfiança/questionamento de opiniões não fundamentadas.

Diante do exposto, acreditamos como Sadler (2011), Sadler e Zeidler (2004), Conrado e Nunes-Neto (2018), entre outros, que o ensino de Ciências necessita cumprir a função de oferecer oportunidades de debates de QSC pelos estudantes, de forma a possibilitar o desenvolvimento ético, moral e intelectual para o exercício da cidadania e para a tomada de decisão consciente.

Debates nesse contexto de ensino podem ser subsidiados e analisados a partir da ótica da lógica informal, na qual se situam as perspectivas da Pragma-dialética e da Nova dialética discutidas na seção anterior, e a partir da qual a argumentação é vista como um processo social e racional que envolve a análise crítica de pontos de vista e a consideração das características peculiares do contexto, como os fatores afetivos, morais, éticos, políticos, sociais, culturais etc., além do científico.

2 METODOLOGIA

Nossa pesquisa se insere na abordagem qualitativa, pois nosso objetivo foi estabelecer estratégias e procedimentos que nos permitiam analisar as experiências dos sujeitos pesquisados em um processo no qual os dados eram principalmente descritivos. A condução desse processo de estudo foi caracterizado por uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, no qual interessa-se mais pelo processo do que apenas pelos resultados ou produtos (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Além disso, a investigação qualitativa nos deu a possibilidade de estudar questões mais específicas, pois ela lida com um universo de significados, crenças, valores e atitudes, que concernem a um ambiente mais detalhado de relações, processos e fenômenos que não podem ser simplificados à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2001).

Caracterizamos essa pesquisa como qualitativa também, pois a coleta de dados no decorrer do estudo realizado se deu pelo contato direto das pesquisadoras com o contexto explorado (o desenvolvimento da sequência didática em sala de aula). Neste contexto, nos propusemos a explorar as interações discursivas estabelecidas entre os estudantes e professora, a fim de compreender o processo de argumentação por analogia durante a discussão de uma questão sociocientífica relacionada ao tema mineração. Para isso, analisamos essas interações no contexto de um júri simulado com foco nos argumentos e contra-argumentos de analogia construídos pelos grupos.

2.1 A Professora, a Turma e as Pesquisadoras

A professora da turma é formada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Durante sua formação e também por meio do envolvimento com o Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), ela teve a oportunidade vivenciar atividades relacionadas às analogias e argumentação nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado. Além disso, no desenvolvimento do seu mestrado, a professora também teve experiência com atividades relativas à abordagem de QSC. Naquele momento, a professora finalizava o Mestrado em Educação do Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS) da mesma instituição de formação.

Em 2018, ano em que a pesquisa foi desenvolvida, a professora era concursada na escola e ministrava 16 aulas semanais nos turnos matutino e vespertino. Além disso, a docente já tinha 4 (quatro) anos de experiência no ensino médio em escolas estaduais.

Duas pesquisadoras, além da professora da turma e a autora deste trabalho, atuaram como participantes no cenário de forma a auxiliar durante as atividades. Elas são formadas em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e tinham experiência com o ensino de Química. Elas também possuem Mestrado em Educação pelo Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS-UFOP). Além disso, no mestrado, ambas as pesquisadoras tiveram experiências na condução e análise de atividades envolvendo argumentação e analogias.

Em relação aos sujeitos de pesquisa, estes eram estudantes do terceiro ano do ensino médio. A turma era composta por 24 estudantes. A escolha de tal escola ocorreu em virtude da abertura da professora em participar da pesquisa, e também pelo fato de ela ter certa familiaridade com nosso objeto de investigação.

Apesar da professora ministrar aulas em turmas de níveis de ensino variados, selecionamos os sujeitos desse nível de ensino para o nosso estudo, pois consideramos que os mesmos já possuíam conhecimentos prévios sobre átomos, tabela periódica, concentração e dissolução de soluções, noções estas necessárias para a adequada compreensão de algumas informações presentes nas atividades. Também priorizamos a familiaridade com esses conceitos diante da natureza argumentativa das atividades propostas, uma vez que como estes estudantes não eram acostumados com atividades que requereriam deles a apresentação, discussão e negociação de ideias, julgamos que seria incoerente, para uma primeira experiência, exigir deles conhecimentos com os quais não estavam familiarizados.

A turma era bastante comunicativa, a maioria dos estudantes interagiam bem entre si. O convívio da professora com os estudantes era amigável, o que contribuiu para a criação de um ambiente propício para o desenvolvimento das atividades. Tais sujeitos eram de classe média/baixa e moradores de Mariana, cidade do interior de Minas Gerais.

Ao longo do desenvolvimento das atividades da SD, notamos que foram participativos e que demonstravam entusiasmo nas discussões com os pares, com a professora e com as pesquisadoras, nas quais expressavam suas ideias e seus questionamentos.

2.2 A Sequência Didática

De acordo com Zabala (1998), antes de iniciar a organização da prática educativa, o professor deve refletir sobre duas questões importantes: “Para que educar?” e “Para que ensinar?”. Diante disso, o autor ressalta a importância de abordar, nas diversas maneiras de

intervenção, atividades que possam contribuir para nossa atuação, enquanto professores, nas aulas. Uma Sequência Didática (SD) é uma dessas maneiras.

Zabala (1998), define Sequência didática como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos (p.18).

Como mencionado na seção de introdução, a SD desenvolvida no contexto dessa pesquisa originou-se da proposta criada por Diego Magno Martins, Josimara Souza Andrade e Lohayne Lygia Barbosa, na disciplina eletiva “Elaboração de unidades didáticas para a Educação Básica”, ministrada pela orientadora deste trabalho no curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto. Em sua versão inicial, a SD tinha o objetivo de favorecer o desenvolvimento de habilidades argumentativas por meio de discussões de uma questão sociocientífica (QSC) sobre o tema mineração e contava com 14 atividades.

A partir de pesquisas de alguns autores que discutem analogias, raciocínio analógico, argumentação e QSC (GENTNER, 1989; WALTON, 1996; 1999; 2005; 2006; 2008; SHELLEY, 2004; WALTON *et al.*, 2008; SADLER, 2011; CONRADO; NUNES-NETO, 2018) foram realizadas modificações na versão inicial, considerando-se: (i) os pressupostos teóricos desses referenciais; (ii) o nosso intuito de investigar como o processo de argumentação por analogia poderia favorecer, nos estudantes, uma tomada de decisão fundamentada quando envolvidos em discussões sobre a problemática da mineração; e (iii) o prazo disponibilizado pela professora para o desenvolvimento da pesquisa, dentro de seu cronograma de atividades.

Diante disso, a SD passou conter 11 atividades (vide Apêndice 1) previstas para serem desenvolvidas nas 11 aulas disponibilizadas pela professora. Uma descrição geral do desenvolvimento das aulas é apresentada na subseção 4.3.1.

2.3 Coleta de Dados

Antes de iniciarmos a coleta dos dados, a pesquisadora se apresentou à direção da escola discutiu os objetivos da pesquisa, o tempo que seria necessário para seu cumprimento e o que seria trabalhado com os estudantes. O diretor permitiu a realização da pesquisa e assinou uma autorização (vide Anexo 4). Tanto a direção quanto a equipe pedagógica da escola acolheram o desenvolvimento da pesquisa na turma. O projeto de pesquisa foi, então,

enviado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (vide Anexo 1).

Nesta fase inicial foram realizados encontros com a professora com a intenção de sanar possíveis dúvidas, discutir os objetivos das atividades, acordar a forma de conduzir a SD, além de escutar as sugestões da professora e de obter informações sobre o perfil dos estudantes que participariam da pesquisa.

A SD reformulada foi desenvolvida em uma turma do terceiro ano do ensino médio de uma escola estadual de Mariana, Minas Gerais. No dia de início da pesquisa, a professora da turma apresentou as pesquisadoras à turma e, em observância aos princípios éticos na pesquisa, explicou o motivo da mesma, sobre a preservação de suas identidades no decorrer das atividades e sobre a possível participação deles de maneira livre e espontânea durante todo o processo. Também em virtude dos princípios éticos na pesquisa, foi entregue à turma Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) destinados aos estudantes e, no caso de menores, aos seus responsáveis (vide Anexos 3, 4 e 5). Esses termos foram assinados e entregues na aula seguinte.

As atividades da SD ocorreram em quinze aulas de cinquenta minutos, com duração de três meses. Em todo o desenvolvimento da SD, a professora teve a ajuda de três pesquisadoras, porém, nas aulas, havia sempre a presença de duas delas. A condução das atividades foi realizada pela professora, sendo que as pesquisadoras acompanharam os grupos para ajudá-la, visto que o número de estudantes exigia a presença de mais pessoas para auxiliar.

Para a realização das atividades iniciais até a atividade 7 a turma foi dividida em 4 (quatro) grupos de seis estudantes cada. Durante a atividade 7, que se refere à preparação dos argumentos de analogia para o júri simulado e cuja descrição encontra-se na seção seguinte, o grupos, denominados 1, 2, 3, e 4, foram organizados da seguinte forma: dois a favor da implementação da empresa mineradora na cidade (grupos 1 e 3) e dois contra a implementação da empresa (grupos 2 e 4).

No final dessa mesma atividade, a fim de garantir a discussão dos argumentos de analogia produzidos durante a fase de preparação, a participação de todos os estudantes durante o júri simulado e a organização deste evento, que dependia, entre outros aspectos, que a vez de fala fosse garantida, uma nova organização foi estabelecida: um grupo composto pela junção dos grupos que iriam defender argumentos a favor da implementação da empresa mineradora na cidade (grupos 1 e 3) e outro formado pela fusão dos grupos que defenderiam

argumentos contra (grupos 2 e 4). Assim, esses dois grupos passaram a conter 12 estudantes cada e foi eleito um integrante de cada grupo para assumir o papel de porta-voz dos argumentos consensuais do grupo e para defendê-los durante o júri, com base nas discussões que fossem estabelecidas com os demais componentes.

Na coleta de dados, foram usadas quatro filmadoras e quatro gravadores de áudio, os quais foram colocados em cada grupo no decorrer das atividades. A filmagem se apresenta como um recurso de registro interessante, pois amplia o conhecimento do estudo já que nos possibilita documentar situações que ilustram o cotidiano vivenciado (MINAYO, 2001). Segundo essa autora, a filmagem nos permite reunir diversos aspectos do universo pesquisado relacionados às pessoas e às comunicações estabelecidas entre elas.

Os registros em áudio ocorreram para ajudar caso alguma fala do vídeo não estivesse evidente. Os registros escritos também foram usados para a análise dos dados. A pesquisadora recorreu também ao uso do diário de campo, no qual cotidianamente registrou suas percepções, seus questionamentos e informações, a fim de reunir detalhes dos momentos da pesquisa.

2.3.1 Descrição do desenvolvimento das atividades

Nesta dissertação analisamos os dados relacionados às atividades 8, 9, 10, 11 e 12 com o olhar sobre as situações nas quais os estudantes usaram relações de similaridade para a construção dos argumentos de analogia, e também sobre os momentos em que eles construíram contra-argumentos de analogia. No entanto, consideramos importante contextualizar o desenvolvimento de todas as atividades que compuseram a SD, por meio de uma sucinta descrição, antes de apresentar a análise daquelas atividades.

Antes de iniciar a atividade 1, a professora pediu à turma que se dividisse em quatro grupos de seis estudantes e que isso se manteria até o desenvolvimento da atividade 7. Todos os estudantes receberam as folhas da primeira atividade e a página inicial foi identificada com o nome de todos os componentes do grupo e com o número do grupo, acordado com a professora.

O intuito da primeira aula foi esclarecer para os estudantes, por meio de alguns exemplos, a diferença entre analogias e outros tipos de comparações e a existência de limitações nas comparações. Além disso, a professora discutiu com os estudantes as correspondências entre os domínios comparados, com o objetivo de prepará-los para elaboração de relações de similaridades analógicas e para a construção de argumentos de

analogias para se posicionarem a favor ou contra as patentes de medicamentos. Como mencionado, a turma não tinha familiaridade com atividades relacionadas à argumentação e analogias. Por isso, a professora e as pesquisadoras tiveram o cuidado de auxiliá-los na vivência de tais atividades.

Na segunda aula (atividade 2), a professora e as pesquisadoras retomaram a questão de discussão, fazendo uso de alguns questionamentos críticos, como: “Quais são os prós e os contras das patentes de medicamentos?”; “Vocês acham que as patentes são importantes para os desenvolvedores de medicamentos?”; “E para nós?”. Através desses questionamentos os estudantes elaboraram outras relações de similaridade e identificaram limitações em seus argumentos de analogia. Após construírem os argumentos de analogia, a professora e as pesquisadoras solicitaram que os grupos apresentassem seus argumentos para toda turma.

Na terceira aula, a professora iniciou a atividade 3 por meio da discussão de um texto e um vídeo para introduzir a questão-problema, foco do nosso estudo: “Você seria contra ou a favor da implementação da empresa mineradora na sua cidade?”. A professora e as pesquisadoras questionaram os estudantes sobre como eles se comportariam diante do caso exposto no texto e, assim, os estudantes foram direcionados para a construção de seus posicionamentos perante o problema.

Na quarta aula (atividade 4), realizamos a discussão sobre metais pesados por meio de um texto, de gráficos e da tabela periódica, que traziam informações adicionais e auxiliavam a compreensão daquelas apresentadas no texto. Após esse debate, os estudantes realizaram a proposição de um experimento de cunho investigativo para analisar o efeito da contaminação dos metais pesados no meio ambiente e nos seres vivos.

A atividade 5 se iniciou com a abordagem de conceitos como concentração e diluição, durante a quinta aula. A professora e as pesquisadoras recordaram a metodologia que os estudantes propuseram no experimento da aula anterior e discutiram aspectos qualitativos relacionados às soluções, como: relação soluto-solvente e os efeitos da concentração de uma solução em determinados sistemas. Os estudantes monitoraram o experimento com o feijão como organismo-teste (espécies mantidas em laboratório e cujos conhecimentos de sua biologia são suficientes para que possam ser utilizadas como indicadores da toxicidade de efluentes) e mediram o crescimento da planta.

Na sexta aula, a professora iniciou a atividade 6 com a discussão de alguns aspectos de natureza da ciência, tais como: o caráter provisório do conhecimento científico, a passividade da ciência aos erros, ou seja, a possibilidade dos cientistas de cometerem erros ao tentar

formular uma lei ou teoria e a relação da ciência com a sociedade. Foram discutidos também os resultados observados do experimento, e a professora direcionou os estudantes para a produção de um texto com argumentos de analogia, a partir dos quais expressaram suas interpretações sobre a questão de os metais pesados prejudicarem ou não os seres vivos. Durante esse processo, ressaltamos mais uma vez a importância deles explicitarem as limitações de suas comparações. Assim que os estudantes construíram os argumentos, a professora e as pesquisadoras promoveram momentos de socialização dos argumentos elaborados com toda a turma.

Na sétima aula (atividade 7), a professora e as pesquisadoras orientaram os estudantes na elaboração dos argumentos de analogia para que eles procurassem fundamentar suas ideias nas informações presentes nos textos já discutidos, nos vídeos, e no experimento realizado. Ao final dessa atividade elas também forneceram orientações sobre como ocorreria o júri simulado, programado para acontecer na aula seguinte, e reorganizaram os 4 grupos da seguinte maneira: dois a favor da implementação da empresa mineradora na cidade (grupos 1 e 3), e os outros dois, contra a implementação da empresa (grupos 2 e 4).

Na aula oitava (atividade 8), a professora pediu aos estudantes de cada um dos quatro grupos resultantes da primeira fase de organização que apresentasse os argumentos de analogia criados na aula anterior pelos grupos. Posteriormente, ela solicitou aos dois grandes grupos, derivados da reorganização, que dessem continuidade à construção dos argumentos iniciados na aula anterior e à negociação de ideias entre eles. A professora disponibilizou um texto, gráficos e uma tabela com informações sobre a compensação financeira pela exploração de recursos minerais, a fim de dar continuidade ao processo de auxiliá-los no embasamento dos seus argumentos. Para a interpretação desses materiais, a professora e as pesquisadoras orientaram os grupos, sanando suas dúvidas sobre aproveitamento de recursos minerais.

Na nona aula (atividade 9), teve início o júri simulado. A professora conduziu o júri, orientando para que os representantes dos grupos expusessem seus argumentos de analogia. Após a apresentação dos argumentos, os grupos elaboraram novos argumentos a fim de participarem do momento de réplica, previsto na atividade. Durante a réplica, a professora conduziu os estudantes a refletirem sobre maneiras de falsificar a própria teoria, além de pensar em evidências que poderiam falsificar as opiniões do grupo contrário (construir refutações). Ela o fez por meio de questionamentos que possibilitassem desviar os estudantes de situações de simples aceitação do argumento do oponente, mas que permitissem aos mesmos pensar em novas ideias e evidências para convencer o outro. Após a elaboração dos

contra-argumentos, a professora orientou os grupos a elaborar refutações ao contra-argumento do grupo oposto, através de críticas aos fundamentos deste.

Na décima aula (atividade 10), a professora e as pesquisadoras realizaram a apresentação e discussão da avaliação do júri simulado. Durante a avaliação dos argumentos, a professora e as pesquisadoras questionaram os grupos sobre os argumentos analógicos criados, a fim de identificar os aspectos nos quais fundamentaram os argumentos construídos, as relações de similaridade estabelecidas entre os domínios comparados e as limitações identificadas na analogia. Com a intenção de levar os estudantes a refletir e analisar as possíveis falhas e limitações nos seus argumentos e nos argumentos adversários, a professora fez algumas questões críticas. Posteriormente, a professora e as pesquisadoras informaram aos grupos o resultado do júri simulado. Nesta aula ainda, a professora instruiu os estudantes quanto à elaboração do parecer que ocorreria na próxima atividade.

A professora começou a aula onze (atividade 11) retomando as instruções sobre o parecer. Ela orientou os estudantes a contruírem um texto dissertativo-argumentativo para defender seus posicionamentos, fazendo uso de argumentos de analogia. Nesta última atividade, a professora e as pesquisadoras realizaram a discussão dos pareceres elaborados com toda a turma, na qual foram pontuadas as relações de similaridade apresentadas pelos estudantes para se posicionarem sobre a QSC no parecer e foram realizados questionamentos com o objetivo obter indícios sobre a influência do júri simulado na tomada de decisão deles.

2.4 Análise de dados

Para a análise de dados, foram transcritos trechos dos vídeos das aulas em que foram desenvolvidas as atividades 8 e 9. A seleção dos dados referentes a essas atividades se deu porque nelas os estudantes tiveram ocasiões de criar, expressar e negociar as analogias e, assim, construir os argumentos e contra-argumentos de analogia para fundamentar seu posicionamento perante à QSC.

No primeiro momento da análise foram selecionados dados que se referiam aos argumentos de analogia criados pelos estudantes dos grupos 3 (a favor) e 4 (contra). Essa seleção foi realizada em virtude dos critérios que consideramos essenciais para a análise dessa parte: argumentos de analogia apresentados de forma compreensível, ou seja, as relações de similaridade entre o análogo e alvo claramente expressas pelos estudantes e interações dialógicas mais efetivas os membros do grupo. Além disso, esses argumentos foram assumidos pelos grupos resultantes da fusão dos anteriores como representativos de suas

ideias, durante a reorganização da turma em grupos maiores. Já no segundo momento da análise, no qual investigamos o júri simulado propriamente dito, os dados selecionados se referiam aos argumentos e contra-argumentos de analogia defendidos pelos dois grupos resultantes da fusão dos grupos 1 e 3 e dos grupos 2 e 4.

Antes de transcrever os trechos selecionados, os vídeos foram assistidos na íntegra e posteriormente os trechos representativos dos episódios de ensino foram selecionados. Assim, para transformar os vídeos das aulas em dados para nossa pesquisa selecionamos o que Carvalho (2011) chama de “episódios de ensino”, os quais são recortes de momentos interativos das aulas em que situações-chave de ensino são resgatadas. De acordo com a autora, essas situações podem conter, por exemplo, perguntas do pesquisador, participação dos estudantes levantando hipóteses durante a realização de um problema experimental, a argumentação que aparece no debate entre o professor e estudantes, perguntas feitas pelo professor aos estudantes etc.

No caso dessa pesquisa, tais episódios de ensino podem ser caracterizados como os momentos em que conseguimos identificar situações nas quais os estudantes usaram relações de similaridade ao elaborar o argumento de analogia para se posicionar frente à QSC e momentos em que eles construíram contra-argumentos de analogia após terem seus argumentos refutados pelos pares. Como mencionado, essas circunstâncias foram identificadas mediante uma análise preliminar e foram posteriormente transcritas.

Para a transcrição das falas, fundamentamo-nos nas regras de transcrição apontadas por Carvalho (2011), a fim de que os leitores possam entender e traduzir os significados dessa linguagem. Essas regras destacam, por exemplo, o uso de reticências para determinar qualquer tipo de pausa, utilização de parênteses para indicar a inserção de comentários do pesquisador e o uso do sinal de interrogação e ponto final no fim da frase. Porém, optamos por utilizar a vírgula, com o propósito de aumentar a inteligibilidade dos enunciados transcritos.

A transcrição foi realizada a partir da atividade 8 da SD, que corresponde à aula em que houve a produção dos argumentos de analogia que seriam utilizados pelos estudantes durante o júri simulado. Iniciamos a construção dos dados a partir dessa atividade, pois o processo de argumentação por analogia em torno da questão sociocientífica começou na oitava aula, conforme descrito na seção anterior.



Durante a análise, realizamos uma triangulação dos dados e informações obtidos pelos instrumentos de coleta (diário de campo, áudio e vídeo, e as folhas de atividades) para a sua compreensão mais profunda e integral, uma vez que, muitas vezes, uma fala transcrita, por si

só, não permitia o entendimento exato do que os estudantes queriam expressar (COHEN, 2011).

Na análise das interações argumentativas estabelecidas nos episódios de ensino, buscamos identificar se elas estavam coerentes com as ideias de Walton (2005) sobre a argumentação por analogia e estruturá-las de acordo com o esquema proposto pelo autor (vide quadro 2). Realizamos tal estruturação, com a intenção de caracterizar as linhas de raciocínio argumentativas dos estudantes e identificar as relações de similaridade estabelecidas por eles.

Como o intuito de explicitar tais relações e as limitações das analogias elaboradas também fizemos uso do quadro de mapeamento proposto por Mozzer e Justi (2015). Neste quadro, o domínio análogo é representado à esquerda e o alvo à direita; as relações de similaridade são indicadas por setas bidirecionais preenchidas e as limitações da comparação são expressas na parte inferior do quadro, como no exemplo a seguir.

Quadro 9: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre a desmonopolização dos supermercados e quebra de patentes de medicamentos.

Análogo (Desmonopolização dos supermercados)	Correspondência	Alvo (Quebra de patentes de medicamentos)
Maior variedade de supermercados.		Maior variedade de remédios.
Garantia de maior acesso à população.		Garantia de maior acesso à população.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> • Nos supermercados não encontramos produtos genéricos e sim produtos com preços menores. • No supermercado, a qualidade dos produtos de menor preço pode ser inferior a outros de valor maior, enquanto que no caso dos medicamentos podemos ter acesso aos genéricos que possuem qualidade equivalente ao medicamento de referência. 		

Tanto o esquema de argumento de Walton (2005) quanto o quadro de mapeamento de Mozzer e Justi (2015) foram instrumentos de análise que possibilitaram compreender as relações de similaridade apresentadas pelos estudantes no momento de elaborar seus argumentos de analogia para se posicionarem frente à QSC e acompanhar o processo de construção e de revisão desses argumentos durante o júri simulado.

Esses instrumentos também foram usados para auxiliar-nos na explicitação e categorização dos contra-argumentos de analogia expressos pelos estudantes durante o desenvolvimento da atividade do júri simulado. Para tal categorização, nos baseamos na

tipologia de Shelley (2004). Essa categorização foi realizada com objetivo de identificar como e se os estudantes construíram e usaram esses argumentos para avaliar a conclusão do seu argumento de analogia.

Com o objetivo de analisar os argumentos de analogia construídos pelos grupos 3 e 4, optamos por selecionar dois episódios de ensino da aula 8, em que os estudantes expressaram esses argumentos de forma mais completa e inteligível e três episódios de ensino na aula 9, nos quais os grupos contra e a favor reconfigurados, usaram as relações de similaridade de seus argumentos de analogia para a defesa de seus posicionamentos, realizaram a avaliação crítica desses argumentos e construíram contra-argumentos na tentativa de minar a força dos argumentos de analogia do grupo que defendia um ponto de vista diferente dos seus.

Elegemos esses episódios por considerarmos que, uma vez que neles os estudantes puderam discutir, criar, expressar e criticar seus argumentos e contra-argumentos de analogia, poderíamos obter dados com certa representatividade do processo argumentativo, cuja análise nos possibilitaria responder as nossas questões de pesquisa.

A fim de garantir o anonimato dos componentes dos grupos, substituímos seus nomes por nomes fictícios. Realizamos um procedimento semelhante para preservar a identidade da professora e das pesquisadoras, usando, para isso, os termos Professora, Pesquisadora 1 (autora deste trabalho), Pesquisadora 2 e Pesquisadora 3 (ambas auxiliares da Pesquisadora 1).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise das atividades

Os dois episódios de ensino que apresentamos e discutimos a seguir representam as discussões estabelecidas entre os estudantes, a professora e as pesquisadoras em torno da QSC relacionada ao tema mineração durante a oitava aula, na qual a atividade 8 da SD foi desenvolvida. Essa atividade foi realizada como prosseguimento da atividade 7 proposta na aula anterior, por isso, descrevemos alguns pontos da aula 7 nesta seção para contextualizar as discussões da aula seguinte.

O objetivo da atividade 7 foi familiarizar os estudantes com a construção de argumentos de analogia e orientá-los sobre como eles deveriam se organizar para explicitar esses argumentos no júri simulado, previsto para a nona aula. Essas orientações se deram no sentido de explicar que dois grupos ficariam responsáveis por defender a implementação da empresa mineradora e outros dois grupos por argumentar contra a implementação da empresa. O professor ficaria incumbido de avaliar tais argumentos e de esclarecer aos estudantes que eles teriam um tempo estimado de 10 minutos para apresentar os argumentos de analogia.

Como afirmado anteriormente, na Atividade 7, inicialmente, a professora solicitou à turma que se dividisse em quatro grupos de seis estudantes cada. Em seguida, foi entregue para os estudantes as folhas da atividade 7, a qual foi identificada com o nome de todos os componentes e o número do grupo. Essa mesma ação foi realizada em todas as demais aulas.

Após apresentar aos estudantes informações sobre a mineração mediante a apresentação dos vídeos com depoimentos e posicionamentos emitidos por moradores e uma especialista da área de Química ambiental, a professora solicitou que os estudantes propusessem argumentos de analogia para defender o seu posicionamento contra ou a favor da implementação da empresa mineradora na cidade, que mapeassem as similaridades entre os domínios comparados e que identificassem as limitações da comparação estabelecida. Ela informou-lhes também que tal argumento seria usado por eles na ocasião do júri simulado.

Também como já afirmado, para o desenvolvimento do júri simulado, no final da sétima aula os dois grupos a favor (grupos 1 e 2) e os dois contra a implementação da empresa mineradora (grupos 3 e 4) foram reunidos entre si e orientados sobre a apresentação dos argumentos de analogia no júri. Eles foram solicitados a escolher um integrante de cada grupo para defender o posicionamento assumido por eles na apresentação dos argumentos, prevista para a nona aula.

No início da oitava aula, a questão-problema foi retomada pela professora a partir de alguns questionamentos, como: “Quais são benefícios e malefícios possíveis decorrentes da implementação da empresa mineradora na cidade de vocês?”; “Vocês consideram que a implementação da empresa mineradora na sua cidade trará vantagens para a população?”; “Nós vamos ser prejudicados ou beneficiados com a implementação dessa empresa?”. Posteriormente, foi solicitado aos integrantes dos quatro grupos originalmente organizados que revisitassem seus argumentos de analogia expressos na aula anterior, observando em que medida eles eram capazes de responder a esses questionamentos.

Durante essa retomada dos argumentos de analogia pelos estudantes, acompanhamos (professora e pesquisadoras) os grupos, questionando seus integrantes sobre os fundamentos desses argumentos e se eles julgavam que havia coerência no posicionamento do grupo. Isso foi feito para analisar as relações de similaridade construídas por eles e para identificar se eles estavam conseguindo perceber as limitações de suas comparações.

Posteriormente, foi entregue aos estudantes as folhas da atividade 8, as quais continham um texto, um gráfico e uma tabela com dados e informações sobre a exploração mineral (vide aula “Produção de argumentos de analogia”, que consta no Apêndice 1). Durante a interpretação desses dados e informações pelos estudantes, a professora e as pesquisadoras guiaram os grupos, sanando as dúvidas expressas por eles, a fim de que, ao se tornarem inteligíveis, as informações pudessem ser usadas para dar fundamentar seus argumentos.

Munidos dessas novas informações, os estudantes foram instruídos pela professora e pela pesquisadora 1 elaborar argumentos de analogia, conforme indica a transcrição do quadro 10.

Quadro 10: Discussão do grupo 3 a favor da implementação da empresa mineradora.

Turno	Transcrição
62	Professora: agora que vocês assistiram aos vídeos com as entrevistas com os moradores e especialistas, e diante de tudo que discutimos nas aulas anteriores, inclusive no experimento que fizemos vocês vão construir os argumentos de analogia... vocês terão que pensar nas evidências, nos dados, tudo isso será usado para justificar os argumentos que vocês vão elaborar.
63	Pesquisadora 1: vocês terão que construir argumentos bem fundamentados e justificados para convencer o outro grupo no júri que a ideia de vocês é a mais coerente...

- 64** Pedro: acho que temos que pensar nos lucros que podem ocorrer para a gente com as atividades de mineração... e para o crescimento da cidade em termos econômicos.
- 65** Pesquisadora 2: você está levando em conta os benefícios econômicos que a mineração pode resultar para a cidade?
- 66** Pedro: com certeza.
- 67** Pesquisadora 2: ah sim... para explicar melhor essa vantagem que você percebe, você poderia pensar em alguma situação parecida para vocês explicarem de forma mais clara isso? isso pode ser feito conforme explicamos na aula passada, através das analogias... vocês lembram? pode ser explicado do mesmo jeito que vocês explicaram os resultados do experimento por meio da analogia, com a influência das drogas no organismo dos humanos e as relações de similaridade disso com a influência dos metais na planta.
- 68** Maitê: eu acho que nossa cidade está prejudicada desde o rompimento da barragem da Samarco, por isso o mais certo seria que tivesse o retorno das atividades mineradoras com uma fiscalização mais rigorosa, porque a cidade precisa do emprego e do dinheiro que elas trazem.
- 69** Rosa: também acredito mais nos benefícios do que nos males que as empresas trazem... a mineração move a cidade, não tem outro meio de gerar emprego para a população... nós achamos que elas trazem benefícios para a gente, por isso a gente pensou em comparar com alguma situação que pode trazer esse mesmo benefício... sabe?
- 70** Pedro: então vamos pensar que com a mineração teremos maiores investimentos no país... uma empresa que tem vantagem igual é a de petróleo como a Petrobrás... podemos fazer analogia com a Petrobrás então.
- 71** Iago: essas empresas trazem melhorias sociais e econômicas para a cidade.
- 72** Pedro: traz sim... então vamos comparar com a Petrobrás né? A Petrobrás seria o análogo e a mineradora o alvo...
- 73** Rosa: isso mesmo... e as vantagens vindas da Petrobrás é as mesmas da mineradora.
- 74** Maitê: tá bom, e o que vamos comparar entre as duas empresas?
- 75** Pedro: os lucros, benefícios sociais e econômicos que são iguais nos dois casos.
- 76** Pesquisadora 2: entendi... vocês apontaram aspectos que podem ser

comparados, e vocês pensaram em aspectos que não podem ser comparados entre as empresas que são as limitações dessa comparação? porque isso deve constar quando vocês forem fazer o mapeamento entre essas as empresas.

77 Pedro: eu penso que, por exemplo, do que o petróleo e o minério foi formado é diferente, e também a profundidade que podemos encontrar os dois produtos também é diferente.

78 Pesquisadora 2: então isso seria as limitações da analogia que vocês fizeram?

79 Pedro: exato que são as coisas que não são iguais e não são comparadas.

Fonte: Elaboração própria

O argumento do grupo para defender a implantação da mineradora estava sustentado nos benefícios sociais e econômicos dessa implantação para a cidade. Pedro mencionou o desenvolvimento da cidade e a geração de empregos para a população (turno de fala 64). Maitê reforçou a ideia de que, pelo fato ocorrido com a barragem da empresa Samarco¹², a cidade mineradora onde vive sofreu impactos indiretos (turno de fala 68). Além disto, ainda no turno de fala 68, a estudante frisou a necessidade de uma fiscalização para evitar ocorrências similares. Tal observação demonstra a consideração de que, apesar das vantagens, a implantação de uma empresa deste ramo gera medo e insegurança na população.

Instruídos a criar uma analogia para expressar o seu argumento, a equipe comparou a mineradora com a Petrobrás® (turno 70). Para os estudantes, em ambos os casos, o produto obtido é essencial para o desenvolvimento do país e utilizado em diversos itens do dia a dia. Além disto, tais empresas apresentam grandes benefícios sociais e econômicos (turnos 71 e 75). As limitações identificadas por eles nesta comparação se referiam à formação da matéria prima e ao método de extração: o minério se encontra em rochas de alta elevação, enquanto o petróleo é extraído em elevadas profundidades (turno 77). A análise desse argumento de analogia nos permitiu estruturá-lo com base no esquema de argumento de analogia de Walton (2005). Tal estruturação é apresentada no quadro 11.

Quadro 11: Esquema do argumento de analogia entre a implementação da empresa Petrobrás em uma certa cidade e a implementação da empresa mineradora na cidade.

Premissa de similaridade	A implementação da empresa Petrobrás em uma certa cidade é similar à efetivação da empresa mineradora na
---------------------------------	--

¹² No dia 5 de novembro de 2015 a contenção de rejeitos, nomeada Barragem de Fundão, da empresa Samarco, se rompeu. A mesma estava localizada em Mariana (MG). Até o momento, 250 corpos foram encontrados e 20 pessoas seguem desaparecidas.

	cidade.
Premissa base	Os benefícios sociais e econômicos são oriundos do investimento da Petrobrás na cidade.
Conclusão	Os benefícios sociais e econômicos são resultantes do investimento da empresa mineradora na cidade.

Fonte: Elaboração própria.

Consideramos que a comparação entre a implementação da empresa mineradora em certa cidade e a Petrobrás, é a premissa de similaridade desse argumento; a premissa base está centrada nos benefícios sociais e econômicos gerados pelo investimento da Petrobrás em uma cidade; e uma conclusão similar é inferida para a implementação da empresa mineradora na cidade.

Neste trabalho assumimos que a correlação entre a premissa base e a conclusão no esquema argumento de analogia de Walton é estabelecida pelas relações de similaridade entre o análogo e o alvo. Tais relações correspondem, sob o nosso ponto de vista, aos fundamentos da premissa de similaridade e são usadas pelos estudantes para embasar/justificar seus argumentos de analogia.

Isso pode ser evidenciado no argumento elaborado pelo grupo 3, mapeado no quadro 12, a seguir. Neste, apresentamos o mapeamento das relações de similaridade, identificadas a partir da discussão transcrita no quadro 10 e complementadas por informações presentes em suas folhas de atividades.

Quadro 12: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre a implementação da empresa Petrobrás e a implementação da empresa mineradora na cidade.

Análogo (Implementação da empresa Petrobrás)	Correspondência	Alvo (Implementação da empresa mineradora)
Maior investimento no país por parte das multinacionais, devido à implementação da empresa de petróleo e gás.	↔	Maior investimento no país por parte das multinacionais, devido à implementação da empresa de mineração.
A implementação de uma empresa como a Petrobrás na cidade traz benefícios sociais e econômicos.	↔	A implementação da empresa mineradora na cidade traz benefícios sociais e econômicos.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> • O método de formação do petróleo na natureza é diferente do método de formação de minério. • A extração de minério se dá em altas elevações, enquanto a extração petrolífera ocorre em grandes profundidades. 		

Fonte: Elaboração própria.

A primeira relação de similaridade identificada pelos estudantes se refere à comparação dos investimentos oriundos de empresas como a Petrobrás e as mineradoras (vide turno 70). Sobre essa relação de similaridade, podemos perceber que os estudantes recorreram ao dado relacionado aos investimentos para sustentar as relações de similaridade estabelecidas entre os casos comparados e também para justificar seu posicionamento por meio dessas relações.

Os estudantes também identificaram como similares os benefícios resultantes da implementação da empresa Petrobrás e os benefícios decorrentes da implementação de uma empresa mineradora na cidade (vide turno 73 e 75). A partir dessa relação de similaridade, a partir da qual os estudantes ressaltaram os aspectos sociais e econômicos envolvidos nas situações comparadas, notamos que, eles foram capazes de refletirem moralmente sobre o problema social relacionado (turno 68), uma vez que Maitê considerou a necessidade da implantação de uma fiscalização que agisse contra os possíveis malefícios que a mineradora pode acarretar. A aluna apresentou que, o fato ocorrido em Mariana afetou sua cidade, e que o aumento da fiscalização para evitar problemas semelhantes é a chave para neutralizar os “contras” da implantação deste tipo de empresa, visto que a cidade necessita de emprego que elas fornecem. Perante isso, podemos notar, conforme aponta Conrado e Nunes-Neto (2018), uma maior reflexão dessa estudante sobre as razões que justificam as ações relacionadas à implementação da empresa mineradora na cidade e, portanto, consciência sobre valores morais ligados e essas atitudes.

Ainda em resposta aos questionamentos, os estudantes passaram a considerar os efeitos da implementação das empresas em uma certa cidade. Nesse caso, notamos que, embora os estudantes defendessem a implementação da empresa mineradora na cidade, eles foram capazes de ponderar os impactos ambientais frente aos benefícios sociais e econômicos que haviam destacado em sua comparação (turno 68 e 69).

Na discussão descrita no quadro 10, podemos observar também, que os estudantes buscaram evidências no texto discutido em aulas anteriores (vide aula “Produção de argumentos de analogia”, no Apêndice 1), tais como: aumento de investimento na cidade e fonte de emprego, para justificar as consequências similares às situações comparadas por eles. Eles também foram capazes de recorrer às relações de similaridade, para justificar seu posicionamento. Nesse sentido, concordamos com Mozzer e Justi (2018) sobre a importância de se explorar as funções das analogias como artefatos de pensamento e de linguagem no

Ensino de Ciências, pois, como evidenciado, na elaboração de argumentos de analogia, os estudantes podem levantar informações e dados para sustentar as relações de similaridades elaboradas, e, além disso, recorrer a essas relações para defender e justificar seus pontos de vista.

As limitações da comparação elaborada foram explicitadas pelos estudantes no turno de fala 77, após os questionamentos propostos pela pesquisadora 2, no turno 76. Em resposta a esse questionamento crítico, observamos que os estudantes apontaram as diferenças entre a formação e a exploração dos produtos, pelas empresas comparadas.

Nessa situação, é perceptível que as respostas dos estudantes ao questionamento crítico proposto pela pesquisadora se limitou ao levantamento de aspectos de diferenças entre elementos do análogo e do alvo, não havendo naquela ocasião uma reflexão em torno da problemática analisada. Assim, não foi possível identificar qualquer ação de reformulação ou abandono das relações de similaridade que sustentavam o argumento de analogia construído por eles.

Em outro momento dessa aula, quando a pesquisadora 1 questionou o grupo contra a implementação da empresa mineradora sobre o argumento de analogia que eles haviam elaborado para defender o seu posicionamento, uma das estudantes explicitou-o, recorrendo à comparação entre o saneamento básico e a fiscalização da empresa mineradora na cidade. A transcrição desse episódio de ensino encontra-se quadro 13 a seguir.

Quadro 13: Discussão do grupo 4 contra a implementação da empresa mineradora.

Turno	Transcrição
91	Professora: E aí grupo? Como vocês explicam o posicionamento contrário à implementação da empresa mineradora na cidade? Lembrando que vocês podem se basear nas evidências, nos dados do experimento, informações dos textos, a fim de justificar os argumentos que vocês estão construindo.
92	Ivna: tá bom, a gente está pensando em algo parecido para explicar porque somos contra a empresa de minério, aqui.
93	Rafael: já que podemos usar os dados do experimento que a gente fez... nós vimos que o metal pesado é prejudicial para os seres vivos, para a saúde das pessoas.
94	Davi: quanto mais concentração de ferro tem mais interferência e danos externos.

- 95** Pesquisadora 1: isso é um ponto que pode ser usado para vocês justificarem o posicionamento de vocês?
- 96** Rafael: lógico, além disso as concentrações altas de ferro pode causar prejuízos ao nosso solo.
- 97** Davi: é isso mesmo, a mineradora deve ser implantada em locais onde não possuem uma comunidade, pois caso aconteça um rompimento a comunidade sofrerá as consequências como a perda de animais, casas, plantas, coisas importantes.
- 98** Pesquisadora 1: ah sim... e como vocês vão usar essas informações para explicar porque o posicionamento? Lembrem-se das analogias, o caso semelhante, igual vocês já fizeram nas outras atividades?
- 99** Rafael: nós achamos que vamos comparar a falta de saneamento básico, com a implementação da empresa mineradora na nossa cidade.
- 100** Professora: mas o que vocês vão comparar entre as duas coisas?
- 101** Rafael: uai, porque do mesmo jeito que podemos ser prejudicados com a empresa mineradora podemos ser prejudicados com a falta de saneamento... a gente pode pegar doenças, morrer por causa do esgoto, e da mesma forma pode acontecer com o contato com os metais pesados se houver rompimento da barragem da mineração.
- 102** Iara: por isso, vamos colocar que as mesmas coisas ruins que a mineração pode nos causar pela falta de fiscalização, a falta de saneamento também pode causar... eles fazem isso para ficar mais barato.
- 103** Davi: agora temos que ver o que não é comparado entre isso, que são as limitações né professora?
- 104** Rafael: sim o que não é comparado entre a falta do saneamento e a implementação da empresa aqui.
- 105** Pesquisadora 1: Exatamente, pensem nas limitações da comparação, nos aspectos que não podem ser comparados entre esses dois casos.
- 106** Rafael: uma coisa que não pode comparar é os custos para o funcionamento e quem é responsável por custear... o governo fica responsável pelo bom funcionamento do saneamento e as mineradoras tem uma empresa privada que é encarregada disso... então, nisso elas diferem.
- 107** Davi: é sim.... e tem também o fato dos prejuízos gerados, porque apesar de ter

manutenção das barragens pode haver rompimento e trazer males, já com o governo cuidando do saneamento as doenças não aparecem.

108 Rafael: certo então...então agora vamos fazer o mapeamento.

Fonte: Elaboração própria

No episódio apresentado, os estudantes argumentam contra a instalação da empresa mineração. O argumento se fundamenta nos danos causados ao meio ambiente e à saúde humana, como a presença de metais pesados (turno 93) e a elevada concentração de ferro nas águas (turnos 94 e 96), e os prejuízos causados rompimento de barragens (turno 97) e na redução de gastos (turno 102). O grupo comparou a instalação de uma mineradora com a implementação do saneamento básico em uma cidade, concluindo que, em ambos os casos, o ser humano pode ser prejudicado pela aquisição de doenças pelo contato com o esgoto ou com os metais pesados; e, que ambos os casos, a redução de custos justifica o baixo cuidado na implementação. As limitações identificadas por eles estavam relacionadas à origem dos órgãos responsáveis pela implantação e manutenção dos sistemas e aos prejuízos inevitáveis no caso da implementação da mineradora.

No quadro 14 estruturamos o argumento de analogia proposto pelos estudantes a partir do esquema de Walton. Consideramos que a comparação entre o saneamento básico e as barragens de rejeito de minério é a premissa de similaridade desse argumento. A premissa base identificada no argumento é a falta do saneamento básico gera danos à saúde pública e pode levar à morte; e a conclusão estabelecida a partir da premissa de base é que danos de natureza similar podem ser ocasionados pela ausência de fiscalização das barragens (vide quadro 14).

Quadro 14: Esquema do argumento de analogia entre a falta de saneamento básico e os possíveis danos causados pelas barragens de rejeitos de minério.



Premissa de similaridade	A falta de saneamento básico é similar à falta de fiscalização das barragens de rejeitos de minério.
Premissa base	Alguns danos à saúde pública, que podem levar à morte, são causados pela falta de saneamento básico.
Conclusão	Alguns danos à saúde pública, que podem levar à morte, são causados pela falta de fiscalização das barragens de rejeitos de minério.

Fonte: Elaboração própria.

As relações de similaridade estabelecidas pelos estudantes encontram-se mapeadas no quadro 15. A primeira relação diz respeito à comparação entre os danos à saúde pública

ocasionada pela falta de saneamento básico e pelo rompimento das barragens (explicitada por Rafael no turno 101). E a segunda se refere à causa desses possíveis impactos (explicitada por Iara no turno 102).

Quadro 15: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre a falta de saneamento básico e os possíveis danos causados pelas barragens de rejeitos de minério.

Análogo (Saneamento básico)	Correspondência	Alvo (Fiscalização das barragens de rejeitos de minério)
A falta de saneamento básico pode causar danos à saúde pública, que podem levar à morte.		A falta de fiscalização das barragens pode causar danos à saúde pública, que podem levar à morte.
A redução de custos justifica a falta de aplicação de saneamento.		A redução de custos justifica a falta de fiscalização adequada.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> • A origem dos órgãos responsáveis por custear as duas metodologias é diferente: pública versus privada. • Com a aplicação de saneamento básico os danos à saúde pública podem ser evitados; porém, no caso das barragens, mesmo com manutenção e fiscalização, seu rompimento nem sempre pode ser evitado e, portanto, os danos também não. 		

Fonte: Elaboração própria.

No que concerne às relações de similaridade, observamos mais uma vez, que os estudantes recorreram a elas para justificar o posicionamento assumido, considerando fatores sociais como a influência das doenças na saúde coletiva e qualidade de vida das pessoas ao construírem seu posicionamento; ou melhor, levaram em conta as consequências e motivos que ocasionaram os problemas sociais complexos mencionados.

As limitações da analogia proposta foram levantadas pelos estudantes, a partir dos comentários de Davi e Rafael nos turnos 103 e 104, os quais foram reforçados pela professora no turno 105 e apresentaram a função de uma questão crítica. Eles identificaram que os órgãos responsáveis por custear o funcionamento dos sistemas se diferem em natureza (turno 106) e que, diferentemente da implementação do sistema de saneamento, os prejuízos derivados da atividade mineradora podem ser inevitáveis (turno 107).

No que diz respeito às limitações identificadas pelos estudantes, notamos que eles também se atentaram para as dimensões sociais relacionadas à saúde e ao bem estar público. Isso porque eles consideraram que a aplicação de saneamento básico é capaz de evitar danos à

saúde pública enquanto, no caso das barragens, a manutenção e fiscalização não garantem a sua estabilidade, nem são capazes de evitar os danos causados em eventual rompimento.

Nesse processo de identificação das limitações do argumento de analogia por esse grupo, foi possível detectar que os estudantes, diferentemente do grupo a favor, se atentaram mais para os aspectos associados à questão-problema, em vez de considerar apenas elementos isolados, referentes aos domínios comparados. Acreditamos que tal fato, pode ter influenciado diretamente no grau de profundidade da comparação elaborada pelos grupos, uma vez que a partir da comparação do grupo 4 (contra a implementação) observa-se que os estudantes se atentaram às dimensões sociais e ambientais relacionadas à saúde e ao bem estar público, enquanto que na comparação do grupo 3 (a favor da implementação), eles se restringiram a dados relacionados à formação e exploração dos produtos das empresas comparadas.

Observamos que além dos aspectos contemplados na comparação estabelecida, os estudantes perceberam e apontaram outras decorrências da instalação da atividade mineradora na cidade nos turnos 93 e 97. No turno 93, evidenciamos que a estudante retomou um dado levantado por seu grupo durante o desenvolvimento do experimento sobre a influência da concentração dos metais no crescimento das plantas e seus efeitos no organismo humano e meio ambiente. O dado apresentado por ela refere-se à toxicidade dos metais pesados provenientes da barragem de rejeito de minério para os seres vivos, solo e plantas. Identificamos, também, que esse dado foi utilizado por outro estudante no turno de fala 97, para justificar o novo argumento de analogia do grupo. Esse mesmo dado já havia sido usado para sustentar a comparação anterior elaborada pelo grupo 4, contra a implementação, entre a fiscalização dos açougues e das barragens de rejeito de minério¹³.

Isso nos leva a inferir que, nessa situação, os estudantes reconheceram o domínio “falta de saneamento básico” como uma melhor situação análoga para esclarecer seu ponto de vista que o anterior (“fiscalização de açougues”). Isso porque, eles parecem ter reconhecido nesta nova comparação maior número (e mais profundas) relações de similaridade, uma vez que recorreram ao dado sobre a toxicidade dos metais para sustentar seu argumento contra a implementação da empresa mineradora na cidade.

Esse resultado é coerente com aquele encontrado por Emig *et al.* (2014), que evidenciaram que, diante da análise de uma situação, os estudantes são impulsionados a

¹³ Os estudantes elaboraram uma analogia entre a fiscalização da carne de açougue e a fiscalização de uma barragem de rejeitos. Eles compararam os danos à saúde pública ocasionados pela falta de fiscalização da carne nos açougues àqueles gerados pela falta de fiscalização das barragens de rejeito de minério, expressando a ideia de que o consumo de carne estragada poderia ser prejudicial à saúde humana de forma semelhante ao consumo de água contaminada por metais pesados, ou poluída por outros resíduos gerados por empresas mineradoras.

identificar e eleger um cenário que melhor condiz com o fato que almejam explicar. Num processo de interação e discussão como o estabelecido em nosso contexto de pesquisa, os estudantes aprimoram ideias e utilizam dados para justificar seus pontos de vista, favorecendo o surgimento de uma analogia que melhor expressa essas ideias.

No turno 97 foram destacadas as prováveis consequências decorrentes do rompimento da barragem de rejeito relacionadas à destruição dos patrimônios históricos e culturais da região afetada e à influência do rompimento sobre a identidade desses moradores. Assim, é possível perceber no posicionamento desses estudantes a avaliação de dimensões sociais e culturais na fundamentação de seu posicionamento frente ao dilema.

Os episódios de ensino que expomos e discutimos a seguir se referem ao júri simulado desenvolvido na atividade 9 da SD (aula 9), o qual ocorreu em prosseguimento das atividades anteriores. Nesta nova fase, a sala foi dividida em dois grandes grupos, sendo que um deles formado pelos dois grupos contra e o outro, pelos dois grupos a favor da implementação da empresa mineradora na cidade. Cada grupo deveria conter um integrante que pudesse apresentar os argumentos elaborados pelo grupo para toda a turma, garantindo, assim, a organização e manifestação de todos.

A QSC que direcionou os grupos para o desenvolvimento do júri foi: “Você é contra ou a favor da implementação de uma empresa mineradora em sua cidade?”. Para isso, os estudantes foram motivados a apresentar os argumentos de analogia construídos por eles nas aulas anteriores.

No desdobramento dessa atividade, ocorreram discussões sobre a QSC entre os estudantes, as pesquisadoras e professora. O desenvolvimento do júri ocorreu em dois momentos: apresentação dos argumentos de analogia elaborados pelos grupos e a réplica. Para essa análise, selecionamos três episódios de ensino que contemplam os argumentos expressos pelos grupos a favor e contra durante a apresentação e os contra-argumentos de analogia propostos por eles.

Durante a exposição dos argumentos pelos grupos contra e a favor, o debate foi organizado de forma que os integrantes escolhidos pelos grupos tivessem a oportunidade de apresentar os argumentos de analogia de forma ordenada.

Para a expressão dos argumentos dos grupos, inicialmente a professora questionou o grupo a favor da implementação da empresa mineradora sobre o argumento de analogia que eles haviam construído para defender o seu posicionamento. Diante disso, um dos integrantes escolhidos por esse grupo explicitou-o, recorrendo à comparação anterior entre a

implementação de uma empresa de petróleo da empresa mineradora na cidade. A transcrição desse episódio de ensino encontra-se no quadro 16 a seguir.

Quadro 16: Apresentação dos argumentos do grupo a favor da implementação da empresa mineradora.

Turno	Transcrição
109	Professora: depois de tudo que trabalhamos nas atividades e que vocês analisaram os dados dos gráficos, do experimento que vocês fizeram, e as evidências identificadas nesse experimento, os vídeos que assistimos e discutimos, vocês que são a favor da implementação da empresa mineradora aqui na cidade, elaboraram a analogia na aula passada... agora vocês podem expor para o grupo contra a implementação quais dados, evidências, justificativas, vocês estão se apropriando para argumentar a favor da mineradora... qual foi a comparação que vocês construíram?
110	Pedro: assim como nossos colegas que também são a favor da implementação da mineradora... que fizeram a analogia com a empresa Coca-cola [®] ((se refere à analogia elaborada pela outra metade do grupo)) nós comparamos com a efetivação de empresas exploradoras de petróleo como a Petrobrás [®] na cidade.
111	Professora: mas como vocês vão argumentar com essa analogia para provar que o posicionamento que vocês assumiram é o melhor para a cidade?
112	Pesquisadora 3: nós queremos saber qual a relação de similaridade que vocês estabeleceram entre esses casos para justificar a posição de vocês perante a questão?
113	Pedro: nós acreditamos que tanto as empresas de exploração do petróleo quanto a de mineração são extremamente importantes para a economia local... a não exploração de minério e petróleo pode fazer a economia estagnar.
114	Professora: então, vocês acham que as mesmas vantagens que podem resultar da empresa de exploração de petróleo na cidade teremos com a implantação da empresa de mineração na cidade?
115	Pedro: com certeza... um exemplo disso são os países africanos como Congo, Angola, e outros que tem esses recursos disponíveis como petróleo e minérios, mas não tiram proveito o que causa desemprego, fome, diminuição de investimento no país... assim a exploração destes recursos é de grande

importância para a sociedade porque interfere diretamente nas vidas das pessoas com maiores investimentos e empregos.

116 Pesquisadora 3: tem mais alguma relação de similaridade nos casos comparados pelo seu grupo Pedro?

117 Pedro: tem muitas... esses recursos podem ser aplicados em projetos que revertam em benefícios para a comunidade local, seja em melhoria da infraestrutura da qualidade ambiental, da saúde ou da educação, e os problemas ambientais também não ocorrem porque existem leis e órgãos governamentais responsáveis pela fiscalização dessas empresas.

118 Pesquisadora 3: vocês falaram coisas que podem ser comparadas e coisas que não são comparadas vocês identificaram?

119 Pedro: pensamos... no caso do minério ele pode ser achado em um índice mais superficial, já o petróleo está muito mais abaixo do nível do mar.

120 Professora: tem mais alguma limitação na comparação?

121 Pedro: tem, sobre a formação dos dois produtos... o petróleo é formado com o passar de milhares de anos, com a decomposição de matérias orgânicas, e suspeitamos que os metais sejam fragmentos de meteoritos... a formação dos dois é diferente demais.

Fonte: Elaboração própria

Retomando a atividade 8, os alunos sustentaram o argumento de analogia anterior, comparando a implantação de uma empresa mineradora com a implantação da empresa Petrobrás (turno 110). Uma relação de similaridade adicional identificada pelo grupo foi a de que, em ambos os domínios comparados, os recursos adquiridos podem ser aplicados em projetos que geram benefícios à comunidade local, melhorando a infraestrutura e qualidade de vida da cidade (turno 117). Como limitação, eles retomaram a ideia de que, o que difere estes dois ramos empresariais, são as formas como as matérias-primas são geradas e extraídas (turno 121).

A análise desse argumento de analogia nos possibilitou mapear as relações de similaridade determinadas pelos estudantes na comparação por meio da discussão transcrita no quadro 16 e expressas nas folhas de atividade do grupo. Essas relações de similaridade e as limitações da analogia encontram-se explicitadas no quadro 17.

Quadro 17: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre a implementação da empresa Petrobrás e a implementação da empresa mineradora na cidade.

Análogo (Implementação da empresa Petrobrás)	Correspondência	Alvo (Implementação da empresa mineradora)
Ausência de exploração da matéria-prima (petróleo) em países pouco desenvolvidos.	↔	Ausência de exploração da matéria-prima (minério) em países pouco desenvolvidos.
Maior investimento no país por parte da empresa de petróleo devido à sua implementação.	↔	Maior investimento no país por parte da empresa mineradora em virtude da sua implementação.
A implementação da empresa Petrobrás traz vantagens econômicas e sociais para a cidade.	↔	A implementação da empresa mineradora resulta em vantagens econômicas e sociais para a cidade.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> • A exploração do minério pode ser realizada em regiões superficiais, já a exploração do petróleo só pode ser feita em áreas de maior profundidade. • A formação do minério ocorre a partir de fragmentos de meteorito¹⁴, já a formação do petróleo pela decomposição de matérias orgânicas. 		

Nesta nova atividade, é possível notar o aprimoramento da elaboração dos argumentos de analogia. Os estudantes levantaram informações relacionadas aos países economicamente desfavorecidos, para sustentar as similaridades estabelecidas entre os domínios comparados, além de recorrer a essas informações para justificar sua opinião. Para o grupo, a extração de petróleo, assim como a extração de minérios é fundamental para a economia local, pois, sem ela a mesma pode estagnar (turno 113).

Os alunos forneceram, como exemplo, os países africanos, explicando que aqueles que apresentam reservas minerais e de petróleo e não efetivam a extração sofrem com a falta de emprego, a fome e a ausência de investimentos no país (turno 115).

Em tal caso, podemos notar a função das analogias como artefatos de pensamento e linguagem em um ambiente argumentativo conforme destacam Mozzer e Justi (2018), pois os debates proporcionados por esse contexto oportunizaram aos estudantes suportar seus argumentos de analogia.

Em relação à interrogação da professora no turno de fala 120, evidenciamos que as diferenças entre os domínios comparados (limitação da analogia) foram praticamente as mesmas identificadas anteriormente (vide quadros 12 e 17), no entanto, no momento do júri, Pedro forneceu informações adicionais sobre o processo de formação dos produtos dos casos

¹⁴ A formação dos minérios, diferentemente do que foi afirmado no turno 121, ocorre pelas ações de intemperismo (calor, ventos, chuva, pressão etc.) em um longo período geológico.

comparados (turno 121): fragmentos de meteorito no caso do minério e decomposição de matérias orgânicas no caso do petróleo. Ainda que essa tentativa de incorporar informações na discussão das limitações da comparação possa caracterizar um progresso na avaliação crítica de um argumento de analogia, as limitações apontadas continuaram restritas a atributos dos elementos dos domínios comparados. Além disso, é preciso destacar a incorreção na informação sobre a origem dos minérios, uma vez que, como apontado, estes derivam de ações do intemperismo.

Posteriormente, a professora abordou o grupo contra a implementação da empresa mineradora em relação ao argumento de analogia que eles elaboraram para defender o seu posicionamento. Em resposta, o estudante João expressou a comparação entre a falta de saneamento básico e a implementação da empresa mineradora na cidade. A transcrição desse episódio de ensino situa-se no quadro 18, a seguir.

Quadro 18: Apresentação dos argumentos do grupo contra a implementação da empresa mineradora.

Turno	Transcrição
--------------	--------------------

122	Professora: todo mundo aqui é contra a implementação da empresa mineradora, e aí vocês fizeram uma analogia e construíram argumento, e aí a gente combinou que duas pessoas vão ficar responsáveis para falar pelo grupo, certo?... aí você vai se posicionar, e quais dados das atividades que fizemos que você pode usar para argumentar contra?
------------	--

123	João: os dados do experimento, dos gráficos... sobre a contaminação dos metais, poluição, morte dos seres vivos, das plantas, dos recursos naturais... igual a gente fez a analogia da fiscalização do açougue da carne com a fiscalização da barragem de rejeito de minério para mostrar as coisas ruim que pode acontecer com a carne estragada.
------------	--

124	Professora: agora o outro grupo contra que vai falar sua analogia... quando vocês fizeram as analogias foi para demonstrar porque vocês eram contra, e vocês usaram algo que vocês conheciam algo do cotidiano para explicar porque eram contra... então, qual foi a analogia que vocês fizeram?
------------	--

125	Rafael: nós fizemos a comparação da falta de saneamento básico com a implementação da mineradora na cidade.
------------	---

126	Pesquisadora 2: entendi, e qual a relação de similaridade que vocês
------------	---

estabeleceram?

127 Rafael: porque a falta de saneamento básico pode causar poluição dos rios, do solo, prejudicando quem mora ao redor e atrapalhando o desenvolvimento dos recursos naturais.

128 Pesquisadora 2: então quais desses aspectos vocês usaram para justificar porque são contra a implementação da empresa mineradora? Vocês pensam que os mesmos danos que a falta de saneamento causa a implementação da empresa pode acarretar também?

129 Rafael: sim, do mesmo jeito que acontece a poluição dos rios por causa da falta de saneamento com a implantação da mineradora aqui em Mariana a gente pode sofrer com isso também... poluir as águas, o solo, e prejudicar a população se houver rompimento dos metais pesados.

130 Pesquisadora 2: vai prejudicar como?

131 Rafael: ué, a poluição pode contaminar o meio ambiente com os metais e esgoto, e pode trazer doenças e morte para nós, as espécies de bichos dos rios e dos solos das redondezas pode extinguir por causa dos metais das barragens e do esgoto que contamina.... isso é ruim.

132 Professora: tem mais alguma coisa que vocês viram de similaridade entre os dois casos?

133 Rafael: o prefeito da cidade vai gastar muito com os custos de arrumar os estragos nos rios e com a saúde das pessoas também.

134 Pesquisadora 2: está bom, e vocês pensaram em coisas que não podem ser comparadas e que podem prejudicar essa comparação elaborada por vocês? Por exemplo, algum aspecto relacionado à primeira situação, mas que não cabe à segunda?

135 Rafael: quem arca com os custos do funcionamento do saneamento básico é o governo, já com as barragens das mineradoras é a empresa privada.

136 Professora: vocês só identificaram essa limitação na comparação que fizeram?

137 Rafael: não, tem também outra coisa... se a gente tiver saneamento básico não teremos doenças e poluição, já com a implementação da empresa pode acontecer poluição das nascentes do solo... porque mesmo se tiver a manutenção da barragem ela pode quebrar e o desastre pode até causar morte os metais podem nos contaminar... esse é um dos motivos que justifica porque

somos contra a implantação da mineradora aqui na nossa cidade.

Fonte: Elaboração própria

Na apresentação dos argumentos do grupo contra a implementação da empresa mineradora, os estudantes usaram a analogia com o saneamento básico. Como na comparação anterior (vide quadro 15), os estudantes explicitaram que os malefícios da ausência de saneamento básico são semelhantes aos prejuízos causados por um possível rompimento de barragem (turnos 129 e 131). Nesta nova etapa de argumentação, porém, os alunos evidenciaram uma nova similaridade nessa comparação: os gastos com a saúde pública advém de uma só fonte – a prefeitura da cidade (vide turno 133).

As limitações dessa comparação identificadas pelo grupo mais amplo foram as mesmas que anteriormente haviam sido identificadas pela parte do grupo que propôs a comparação. A saber: os custos com saneamento básico é de uso público, enquanto as barragens de mineração são de iniciativa privada (turno 135); a implantação do saneamento básico proporciona maior qualidade de vida à população, e evita danos ambientais, enquanto a manutenção e fiscalização de barragem não garante que a ocorrência de um desastre, com possíveis danos ambientais, mortes, prejuízos à saúde humana, seja evitada (turno 137). A nova relação de similaridade identificada pelo grupo e as limitações da analogia encontram-se explicitadas no quadro 19.

Quadro 19: Mapeamento das relações de similaridade da analogia entre o saneamento básico e a fiscalização das barragens de rejeitos de minério.

Análogo (Saneamento básico)	Correspondência	Alvo (Fiscalização das barragens de rejeitos de minério)
A falta de saneamento básico pode causar danos à saúde pública, que podem levar à morte.	↔	A falta de fiscalização das barragens pode causar danos à saúde pública, que podem levar à morte.
A redução de custos justifica a falta de aplicação de saneamento.	↔	A redução de custos justifica a falta de fiscalização adequada.
Os gastos com a saúde pública para suprir a falta de saneamento básico advém da prefeitura da cidade.	↔	Os gastos com a saúde pública para suprir a falta de fiscalização das barragens de rejeitos de minério advém da prefeitura da cidade.
Limitações		

- A origem dos órgãos responsáveis por custear as duas metodologias é diferente: pública versus privada.
- Com a aplicação de saneamento básico os danos à saúde pública podem ser evitados; porém, no caso das barragens, mesmo com manutenção e fiscalização, seu rompimento nem sempre pode ser evitado e, portanto, os danos também não.

Fonte: Elaboração própria

Nesta situação, identificamos a consideração de aspectos ambientais e sociais pelos estudantes quando Rafael mencionou a contaminação do meio ambiente, as doenças e as mortes das pessoas como sendo provenientes da falta de saneamento e do rompimento da barragem (turno de fala 137).

Os estudantes também recorreram às informações sobre a toxicidade dos metais para o meio ambiente e seres vivos (turno de fala 123) para apoiar as relações de similaridades definidas entre os domínios comparados e apelaram para essas similaridades para defender seu posicionamento.

O uso dessas informações no processo argumentativo nos possibilita evidenciar que o grupo considerou conhecimentos científicos, por exemplo, quando eles mencionam a contaminação do meio ambiente e dos seres vivos pelos metais, mas, também, de modo importante, demonstraram examinar os condicionantes sociais e ambientais envolvidos nas situações comparadas por eles. Isso pôde ser visto quando os estudantes avaliaram que tanto a falta de saneamento quanto o rompimento das barragens de rejeitos poderia prejudicar a população da redondeza, devido a uma possível poluição dos rios e do solo decorrentes dessas falhas.

No desenvolvimento da réplica, os integrantes dos grupos foram orientados a pensar em contestar, sustentar e alterar a própria comparação. Para isso, realizamos alguns questionamentos, tais como: “Agora como vocês podem provar que o outro grupo não está certo?”, “Quais evidências e justificativas apresentadas pelo outro grupo que não são coerentes?” e “Qual evidência apresentada demonstra que o ponto de vista assumido por vocês é o certo?”. Em seguida, pedimos que os grupos revisassem seus argumentos de analogia para identificar se esses questionamentos podiam ser respondidos. As discussões estabelecidas pelos grupos durante a réplica estão representadas no quadro 20.

Quadro 20: Réplica dos argumentos dos grupos a favor e contra a implementação da empresa mineradora.

Turno	Transcrição
138	Professora: depois da apresentação dos argumentos vamos começar a réplica... diante do argumento de analogia exposto pelo seu grupo, Rafael qual evidência você pode apresentar para provar para o grupo a favor da implementação que vocês estão certos?
139	Rafael: como falamos antes os danos ambientais, poluição do solo, apesar de trazer emprego e renda para a cidade.
140	Pesquisadora 1: e a questão da economia que pode melhorar apontada pelo grupo a favor?
141	Rafael: mas a cidade dependendo totalmente da mineração é um prejuízo... aqui temos pontos turísticos, cachoeiras, patrimônios históricos... Mariana é uma cidade histórica, tem tudo para atrair turistas e gerar renda impostos para benefício da população.
142	Pesquisadora 3: o grupo a favor da implementação da mineradora não concorda com seu posicionamento Rafael, como você vai demonstrar que vocês ainda estão certos?
143	Rafael: porque apesar de ter o reflorestamento, a biodiversidade nunca será a mesma.
144	Professora: Pedro e agora? Vocês ainda acham certo ser a favor da empresa mineradora?
145	Pedro: claro que sim, a mineração é importante para a economia da cidade, a mineração gera impostos que são convertidos para o bem da sociedade proporcionando praças, ginásios de lazer, beneficiando a cultura também... por isso, falamos na analogia sobre a economia que é beneficiada com atividades de mineração.
146	Pesquisadora 1: tá bom, mas caso o grupo contra a implementação da mineradora não concordar com seu ponto de vista, como você vai fazer para defender que está certo?
147	Pedro: eu não acho que prejudica o meio ambiente, porque mesmo com pequenos problemas ambientais que prejudica a região as mineradoras se comprometem com o reflorestamento de uma área superior ao que foi atingido

para a mineração ou foi contaminado... a área atingida por esgoto também pode ser reflorestada.

148 Professora: beleza... Pedro tem algum dado, evidência, informação, ou justificativa usada pelo grupo contra que mostra que eles não estão sendo coerentes?

149 Pedro: claro... porque apesar de poder ter problemas ambientais a analogia mostrada pelo nosso grupo sobre a implementação da empresa de petróleo e a mineradora mostrou que há leis e órgãos que fiscalizam diminuindo, assim, o risco de problemas ambientais.

150 Rafael: mas as empresas visam lucros, assim mesmo após a fiscalização se apresentarem problemas difícil são as ações para reverter isso.

151 Professora: Pedro como que agora vocês podem mostrar que vocês estão corretos?

152 Pedro: alguns países com instabilidade econômica não exploram devidamente seus recursos, por isso o crescimento econômico é baixo... os agrotóxicos são um exemplo parecido, seu uso pode causar danos à saúde, só que são muito usados porque têm uma demanda grande por alimentos, por isso é importante para o mercado como a mineração... diante disso, o que vocês trazem de dado para provar que não estamos corretos?

153 Rafael: na analogia que a gente fez sobre a falta de saneamento e rompimento das barragens, que pode trazer poluição, contaminar o meio ambiente com metais, trazendo doenças mortes de pessoas e animais... os metais pesados das barragens tem influência no crescimento das plantas, como a gente viu no experimento do sal de ferro...

154 Pesquisadora 3: Rafael, então qual dado, evidência, mostra que a posição do seu grupo é a certa?

155 Rafael: além do que falei, de acordo com o experimento o solo levaria muito tempo para limpar por causa dos metais pesados... os recursos naturais não são renováveis, assim eles vão acabar com a mineração... e a questão do emprego falada pelo outro grupo não aconteceria, porque o emprego traria benefícios externos e não internos com a exportação dos produtos da mineração.

Fonte: Elaboração própria

A partir do quadro 20 é possível identificar as vantagens e desvantagens da implementação da mineradora apontadas pelos estudantes para defender os argumentos propostos. Rafael, representante do grupo contra a implementação, reconheceu que, mesmo sujeito a danos ambientais como a poluição do solo, a instalação de uma mineradora é fundamental por proporcionar emprego e renda para a cidade (turno 139). No entanto, ele defendeu que a cidade não pode depender exclusivamente da mineração, visto que há patrimônios históricos e turísticos que também podem ser capazes de contribuir para o desenvolvimento local (turno 141).

A partir da exposição da ideia de que a extração de um bem não renovável apresenta previsão de término, o grupo contra a implementação defendeu também que, após o fim da extração mineral, a biodiversidade nunca mais seria a mesma, ainda que a mineradora se encarregue de fazer o reflorestamento local (turno 143).

No turno 145, Pedro, do grupo a favor, expôs que as atrações turísticas também são financiadas pelas empresas mineradoras. O aluno alegou que os impostos são convertidos em itens que beneficiam a população, como esporte e lazer, e atraem turistas como eventos culturais. Assim, o mesmo vinculou a atividade mineradora com aspectos relacionados à economia da cidade.

Ainda tratando da questão ambiental, Pedro reapresentou a analogia com a empresa de extração de petróleo para defender a implantação da mineradora. Para o grupo, as leis criadas para bloquear os riscos de problemas ambientais na Petrobrás, serviriam também para as mineradoras e os órgãos de fiscalização cuidariam para que as mineradoras cumprissem o seu papel com o meio ambiente (turno 147 e 149).

A partir desse ponto de vista do grupo a favor, o grupo contra a implantação ressaltou que, mesmo a fiscalização alertando sobre os possíveis problemas a serem enfrentados, uma vez que o foco das empresas é o lucro, as mesmas ignorariam tais alertas, comprometendo o meio ambiente (turno 150). No turno de fala 155, Rafael observou que a nova informação trazida pelo grupo a favor da implantação da mineradora (turno 152), relacionada aos prejuízos econômicos em virtude da ausência de exploração dos recursos por alguns países, seria incoerente, uma vez que o lucro com a exportação desses recursos geraria mais vantagem externas (aos importadores) do que internas (aos exportadores).

Com o objetivo de defender o seu ponto de vista em meio às críticas sobre os danos ambientais do grupo contra, o grupo a favor também apresentou uma nova analogia no turno de fala 152. Eles compararam o uso de agrotóxicos com a implementação da mineradora,

afirmando que ainda que os primeiros tenham o potencial em causar danos à saúde, a demanda de alimentos da população justificaria o seu uso nas lavouras. De modo similar, pode-se inferir pela fala de Pedro, que o desenvolvimento econômico justificaria a implementação da mineradora na cidade, apesar do risco potencial de danos à saúde da população (vide quadros 21 e 22 a seguir).

Quadro 21: *Misanalogy* na comparação entre o uso de agrotóxicos nos alimentos e a implementação da empresa mineradora.

Análogo (Uso de agrotóxicos)	Correspondência	Alvo (Implementação da empresa mineradora)
O uso de agrotóxicos propicia maior produção de alimentos.	↔	A implementação da empresa mineradora propicia vantagens econômicas para o país.
A demanda por alimentos justifica o uso dos agrotóxicos, apesar do risco potencial de danos à saúde.	↔	O desenvolvimento econômico justifica a atividade mineradora, apesar do risco potencial de danos à saúde.

Quadro 22: Esquema do argumento de analogia entre o uso de agrotóxicos nos alimentos e a implementação da empresa mineradora na cidade.

Premissa de similaridade	O uso de agrotóxicos nos alimentos é semelhante à efetivação de uma empresa mineradora em uma cidade.
Premissa base	O uso de agrotóxicos propicia maior produção de alimentos, apesar dos potenciais riscos à saúde.
Conclusão	A implementação da empresa mineradora propicia vantagens econômicas significativas para o país, apesar de seus riscos potenciais à saúde.

Fonte: Elaboração própria.

Nessa situação, podemos identificar, em conformidade com as ideias de Shelley (2004), que a analogia apresentada pelo grupo a favor é uma *misanalogy*, uma vez que rejeita o argumento de analogia do grupo contra, estabelecida entre o saneamento básico e a fiscalização das barragens (vide quadro 19) e, conseqüentemente, a sua conclusão de que a empresa não deveria ser implementada, porque poderia causar danos expressivos à saúde pública e prejuízos econômicos para a administração pública.

Após o questionamento da professora sobre uma possível evidência ou informação incoerente na analogia do grupo contra (turno 148), o estudante do grupo a favor, Pedro, considerou a possibilidade da ocorrência de problemas ambientais em virtude da

implementação da empresa mineradora, porém considerou um erro do argumento de analogia do grupo contra assumir uma probabilidade alta para essa hipótese, uma vez que existência de leis e órgãos responsáveis pela fiscalização diminuiria consideravelmente tal probabilidade (vide turno 149). Isso foi considerado pelo grupo a favor uma falha na analogia do grupo contra, a qual foi retomada por ambos os grupos na construção de seus contra-argumentos de analogia discutidos posteriormente nesta seção.

O caráter construtivo desse tipo de contra-argumento é evidenciado pelo fato de que o grupo a favor, ao comparar o uso de agrotóxicos com a implementação da mineradora fundamentou uma nova conclusão, a de que: o desenvolvimento econômico resultante da implementação da atividade mineradora na cidade seria mais expressivo que os possíveis danos à saúde pública (vide quadro 22). Para sustentar tal conclusão, eles levaram em consideração fatores relacionados à baixa exploração dos recursos naturais pelos países instáveis economicamente mencionados anteriormente na apresentação do argumento de analogia (turno 115).

Diante disso, para tentar fundamentar melhor o argumento do grupo contra, a partir da ideia de irreversibilidade dos danos ambientais, Rafael expôs informações sobre o experimento realizado, alegando que, caso fosse possível, o solo levaria muito tempo para se recompor. Além disso, ele destacou que, com o esgotamento dos recursos naturais não renováveis, a empresa se desligaria da região e a população sofreria com o desemprego (turno 153 e 155).

No turno de fala 138, a professora questionou o integrante do grupo contra a implementação da empresa mineradora sobre as possíveis condições que invalidariam o ponto de vista do grupo. Notamos que o estudante recorreu à premissa do argumento de analogia do grupo a favor, se comprometendo com elas para elaborar uma nova conclusão.

Essa premissa é a de que a implementação da empresa mineradora poderia trazer certas vantagens econômicas e sociais para a cidade como a empresa de petróleo (vide turno 139 e quadro de mapeamento 17). A partir dessa ideia, os estudantes foram capazes de demonstrar que uma conclusão alternativa seria possível: a de que os inúmeros danos irreversíveis causados por essa atividade não justificariam os ganhos econômicos e sociais temporários que ela poderia proporcionar; conforme podemos observar nas partes destacadas do quadro 23. Assim, de acordo com Shelley (2004), identificamos que o argumento expresso por esse grupo é um contra-argumento de aceitação (contra-analogia).

Quadro 23: Contra-analogia elaborada pelo grupo contra a implementação da empresa mineradora.

Análogo (Implementação da empresa Petrobrás)	Correspondência	Alvo (Implementação da empresa mineradora)
Ausência de exploração da matéria-prima (petróleo) em países pouco desenvolvidos.	↔	Ausência de exploração da matéria-prima (minério) em países pouco desenvolvidos.
Maior investimento no país por parte da empresa de petróleo devido à sua implementação.	↔	Maior investimento no país por parte da empresa mineradora em virtude da sua implementação.
A implementação da empresa Petrobrás traz vantagens econômicas e sociais para a cidade.	↔	A implementação da empresa mineradora resulta em vantagens econômicas e sociais para a cidade.
O reflorestamento da área contaminada pelo esgoto não recupera a biodiversidade.	↔	O reflorestamento da área contaminada pelos rejeitos não recupera a biodiversidade.
As leis e órgãos de fiscalização do saneamento não impedem que grandes problemas ambientais ocorram.	↔	As leis e órgãos de fiscalização do saneamento não impedem que grandes problemas ambientais ocorram.

Fonte: Elaboração própria.

Inicialmente, o grupo contra a implementação da empresa apresentou informações relacionadas aos danos ambientais e sociais resultantes da falta de saneamento básico e rompimento da barragem de rejeitos de minério e, posteriormente, após ser questionado a respeito de seu argumento de analogia, o grupo expressou uma nova relação de similaridade, a qual se refere à ineficiência do reflorestamento diante da recuperação da biodiversidade local (vide quadro 23), a qual levou à conclusão discutida anteriormente.

A partir dos mesmos direcionamentos que realizou com o grupo contra, a professora questionou o grupo a favor da implementação da mineradora na cidade para incentivar os seus integrantes a falsificar seu ponto de vista, ou seja, elaborar um contra-argumento (vide turno de fala 144).

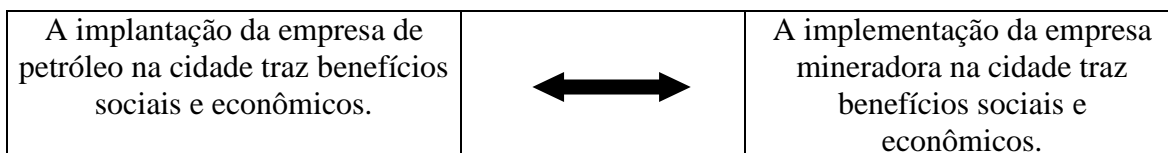
Em resposta a essa crítica, nos turnos de fala 145, 147 e 149, o estudante Pedro apresentou um contra-argumento de aceitação (contra-analogia) ao argumento analógico do outro grupo. Em vez de rejeitar a premissa do argumento do grupo contra a implementação, o grupo a favor também se comprometeu com ela: a de que danos sociais e ambientais podem

advir tanto da falta de saneamento básico quanto do rompimento de uma barragem de rejeitos. Com base nela, Pedro apresentou duas novas relações de similaridade: a primeira diz respeito à eficiência do reflorestamento da área contaminada na recuperação dos danos causados ao meio ambiente, e a segunda se refere à efetividade das leis e órgãos de fiscalização para evitar a ocorrência de problemas ambientais. Estas, por sua vez, motivaram uma conclusão alternativa, expressa em uma relação de similaridade retomada (vide quadros 17 e 24): a de que os benefícios sociais e econômicos são mais proeminentes que os danos causados pela implementação da empresa mineradora na cidade, em virtude do reflorestamento realizado pela empresa e da fiscalização dos problemas ambientais pelos órgãos responsáveis.

Esse contra-argumento opera no sentido de alegar que o argumento original do grupo contra não representava todas as informações relevantes para a conclusão. Logo, como Shelley (2004) aponta, se há algum conhecimento importante que não é levado em conta em um argumento analógico, o indivíduo (ou grupo) tem uma justificativa para não aceitar tal argumento. No caso do grupo a favor esse conhecimento se relaciona à ação de reflorestamento a ser realizada pela empresa, a qual, na perspectiva deles, poderia resgatar os danos possivelmente gerados no meio ambiente pela sua efetivação.

Quadro 24: Contra-analogia elaborada pelo grupo a favor da implementação da empresa mineradora.

Análogo (Saneamento básico)	Correspondência	Alvo (Rompimento da barragem de rejeitos)
A falta de saneamento básico na cidade pode resultar em danos ambientais e sociais.	↔	O rompimento da barragem de rejeitos pode ocasionar danos ambientais e sociais.
A poluição dos rios por causa da falta de saneamento origina custos para o governo da cidade.	↔	A poluição dos rios por causa do rompimento das barragens origina custos para o governo da cidade.
O reflorestamento da área contaminada pelo esgoto recupera os danos causados ao meio ambiente.	↔	O reflorestamento da área contaminada pelos rejeitos recupera os danos causados ao meio ambiente.
As leis e órgãos de fiscalização do saneamento impedem que grandes problemas ambientais ocorram.	↔	As leis e órgãos de fiscalização das barragens de rejeito impedem que grandes problemas ambientais ocorram.



Fonte: Elaboração própria.

No tocante aos contra-argumentos do grupo contra e a favor da implementação da empresa mineradora na cidade, podemos perceber, com base nos quadros 23 e 24, que algumas das relações de similaridade destacadas em cinza possuem aspectos divergentes. Esses contra-argumentos operaram no sentido de trazer uma conclusão contrária a do argumento que sofreu ataque, ou melhor, os estudantes aceitaram o argumento contrário e, em vez de minar a analogia que o fundamenta, apresentaram evidências adicionais sobre pontos ligados ao reflorestamento e à fiscalização pelos órgãos assegurados e, por meio dessas, apresentaram uma nova conclusão para o argumento de analogia.

Diante da justificativa do grupo a favor da implementação da mineradora no turno 150, Rafael, integrante do grupo contra, refutou o argumento daquele grupo, o qual ressaltava que benefícios similares aos advindos da implementação de uma empresa de petróleo poderiam ocorrer com a efetivação da empresa mineradora na cidade. Tal refutação foi realizada a partir da crítica de que o argumento oponente não ponderava a possibilidade da ocorrência de danos ambientais decorrentes da implementação de ambas as empresas, mesmo com a presença da fiscalização. Uma vez que essa crítica sinaliza falhas nesse argumento, isso transferiu o ônus da prova para os seus proponentes – os integrantes do grupo a favor.

Assim, de acordo com a análise das falas transcritas no quadro 20, identificamos que os estudantes do grupo a favor, embora mencionassem informações, eles não foram capazes de utilizá-las para sustentar o posicionamento que eles assumiram perante a questão-problema, uma vez que as suas fontes não foram mencionadas, o que impossibilitava uma avaliação da confiabilidade das mesmas. Tal fato pode ser visto quando Pedro, com o objetivo de justificar as vantagens sociais e econômicas advindas da efetivação da empresa mineradora, as compara com as vantagens advindas do uso de agrotóxicos para atender à demanda por alimentos (vide turno de fala 152). Tais informações, não conseguiram provar que a conclusão do argumento e, conseqüentemente, que o argumento eram plausíveis, pois de acordo com a concepção de plausibilidade de Walton (2006), quando as premissas de um argumento são admissíveis, a conclusão também o é. No entanto, o grupo não foi capaz de analisar e validar, com base em boas evidências, a afirmativa realizada especialmente na

premissa de base de seu contra-argumento do tipo *misanalogy* – vide quadro 22 (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010).

Já o grupo contra conseguiu embasar seu contra-argumento por meio de informações e dados a que eles tiveram acesso e que analisaram no decorrer das atividades da SD, principalmente aqueles relacionados aos resultados do experimento na atividade investigativa. Percebemos também que eles foram capazes de avaliar as conclusões do argumento do grupo oponente e a do seu grupo a partir das evidências que construíram ou tiveram acesso.

Nos turnos de fala 153 e 155, observamos que Rafael embasou a contra-analogia do grupo (vide quadro 23) na evidência de elevada toxicidade dos metais pesados originados das barragens de rejeito para os seres vivos, plantas e solo. Em outras palavras, essa evidência, relativa ao potencial de contaminação do solo e do meio ambiente pelos metais pesados, obtida a partir do experimento realizado por eles na quinta aula, serviu para sustentar a conclusão de que os inúmeros danos irreversíveis causados pela atividade mineradora não justificariam os ganhos econômicos e sociais temporários que ela poderia proporcionar.

Essa conclusão também foi sustentada pela afirmação de que os benefícios sociais provenientes da implementação da empresa mineradora seriam limitados pela exportação dos produtos originados da mineração (vide turno de fala 155). Tal informação advém da interpretação do texto sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) discutido com os estudantes na aula oito (vide Apêndice 1). Assim, ao contrário do que ocorreu com o grupo oponente, a origem fidedigna das evidências usadas pelos estudantes do grupo contra a implementação da empresa mineradora conferiu certa plausibilidade ao seu contra-argumento (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

O presente trabalho nasceu do nosso interesse em investigar o processo de argumentação por analogia em estudantes da Educação Básica, ao vivenciarem uma sequência didática abordando uma questão sociocientífica. Optamos por embarcar em um dilema relacionado à mineração para fomentar discussões sobre tal temática que oferecessem aos estudantes oportunidades de construção, avaliação crítica e revisão dos seus argumentos e contra-argumentos de analogia, e com o intuito de proporcionar a eles um contexto de ensino mais interativo e dialógico na elaboração de conhecimentos de Ciências, situados nos contextos social, político, econômico, ambiental e ético que atribuem àqueles a sua importância para a atuação dos estudantes como cidadãos críticos.

Diante disso, partimos em busca de respostas para nossas duas questões de pesquisa: i) *como os estudantes sustentaram as relações de similaridade de seus argumentos de analogia usados para defender o posicionamento que eles simularam perante a questão sociocientífica?*; e ii) *como a avaliação crítica dos argumentos de analogia e a elaboração de contra-argumentos pelos estudantes repercutiram neste process?.* Assim, nesta seção revisitamos alguns pontos que foram discutidos e esclarecidos no decorrer desta dissertação, com a finalidade de construir as conclusões do nosso trabalho e de tecer as suas possíveis implicações para o ensino e para a pesquisa em Educação Ciências.

Percebemos, no decorrer das atividades da SD, que os estudantes discutiram com seus pares, se posicionaram, levantaram informações e dados para suportar as similaridades estabelecidas entre os domínios comparados e recorreram a essas relações de similaridade para justificar/sustentar, avaliar, defender e/ou refutar seus pontos de vista e o de seus pares.

No que diz respeito a nossa primeira questão de pesquisa que se refere às ações de suportar seus pontos de vista a partir das relações de similaridade empreendidas pelos grupos, observamos, por exemplo, que os integrantes do grupo que simularam um posicionamento a favor da implementação da empresa mineradora buscaram, no texto sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) (Apêndice 1), abordado na aula oito da SD, evidências sobre as possíveis expansão do investimento e geração de emprego na cidade na tentativa de apoiar as relações de similaridade estabelecidas entre a implementação da empresa Petrobrás em uma certa cidade e a implementação da empresa mineradora na cidade fictícia mencionada no caso.

O grupo contra, por sua vez, suportou as relações de similaridade entre a falta de saneamento básico e a falta de fiscalização nas barragens de rejeitos de minério em dados

relacionados à toxicidade dos metais pesados originados da barragem de rejeito de minério para os seres vivos, solo e plantas, advindos do experimento realizado por eles e na inferência de uma toxicidade elevada associada aos dejetos lançados a céu aberto no caso análogo.

Essas relações de similaridade fomentaram discussões sobre aspectos sociais e econômicos quando, por exemplo, os participantes do grupo a favor defenderam que a implementação das empresas comparadas traria vantagens, devido ao investimento financeiro e geração de emprego proporcionado pelas mesmas na cidade. Pudemos observar também a consideração de aspectos ambientais e sociais, quando os integrantes do grupo contra mencionaram a possibilidade de contaminação do meio ambiente, as doenças e as mortes de pessoas, os quais seriam decorrentes da falta de saneamento básico e do rompimento da barragem de rejeito de minério. E por fim, sobre aspectos culturais, quando, por exemplo, o grupo a favor mencionou que a população poderia se beneficiar com espaços para a realização de eventos culturais e esportivos como ginásios, praças e com os eventos em si. Observamos a avaliação da dimensão cultural pelo grupo contra, no momento em que eles ressaltaram que um rompimento de barragem de rejeitos poderia levar à destruição dos patrimônios históricos e culturais da região, que influenciaria na identidade dos moradores locais.

Desse modo, acreditamos que as atividades da SD, tal como foram estruturadas possibilitaram o desenvolvimento das capacidades dos estudantes de discutir, justificar, criticar e defender posicionamentos sobre essa temática com base na análise dos benefícios e malefícios sociais, econômicos, ambientais e políticos decorrentes da implementação da empresa mineradora na cidade. Isso reafirma a relevância da abordagem de dilemas como as QSC para a mobilização de conhecimentos associados a diferentes domínios (HODSON, 2014; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; AGRASO, 2006; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Além disso, a partir dessas discussões indicamos que a construção dos argumentos de analogias pelos grupos contra e a favor fomentou, o desenvolvimento de habilidades críticas pelos estudantes que os possibilitaram confrontar os aspectos pessoais, sociais, econômicos, ambientais e ético-morais envolvidos na abordagem da QSC, associado ao quarto objetivo básico da aprendizagem de Ciências, destacado por Hodson (2014).

Evidenciamos também, como Mozzer e Justi (2018), as funções das analogias de artefatos de pensamento e de linguagem no processo de argumentação, uma vez que nesses processos de construção e socialização de argumentos de analogia, os estudantes tiveram a oportunidade de se colocar, apresentar informações e dados para suportar as similaridades criadas entre os domínios comparados, criadas para justificar seus pontos de vista.

Com relação à segunda questão de pesquisa, nosso objetivo era analisar como os processos vivenciados pelos estudantes durante a construção dos argumentos de analogia repercutiram nas ações de avaliar, defender e refutar tais argumentos. A fim de responder essa questão, iremos identificar e discutir a relação entre o processo vivenciado pelos grupos e essas ações empreendidas pelos estudantes nesse processo.

De acordo com Emig *et al.* (2014), a partir da avaliação de uma situação no processo de interação e discussão, os estudantes são instigados buscar dados para justificar melhor suas ideias e a aprimorar seus pontos de vista, o que pode levar à construção de uma analogia que representa melhor esse ponto de vista. No contexto desta pesquisa, os grupos foram motivados, por meio de questionamentos críticos realizados pela professora, pela pesquisadora ou por eles mesmos, a identificar as limitações dos argumentos de analogia construídos.

O grupo a favor, por exemplo, após um questionamento crítico apresentado pela professora, foi capaz de apresentar informações adicionais sobre as limitações da comparação estabelecida entre a implementação da empresa Petrobrás e a implementação da empresa mineradora na cidade, as quais se referiam a dados relacionados à formação e exploração dos produtos gerados pelas empresas comparadas. No entanto, apesar de essa ação ter significado uma evolução na avaliação crítica do argumento de analogia proposto, as limitações identificadas pelo grupo se restringiram a atributos dos elementos dos domínios comparados e não às relações de similaridade que eles estabeleciam. Além disso, tais limitações apresentavam uma informação errônea sobre o domínio alvo: a de que o processo de formação do minério ocorreria a partir de fragmentos de meteorito, quando, na verdade, essa formação acontece pelas ações de intemperismo em um longo período geológico.

No que refere às limitações identificadas pelo grupo contra no seu argumento de analogia, ao contrário do grupo a favor, elas refletiram uma melhor compreensão sobre a questão-problema, pois se relacionavam com aspectos da problemática que as relações analógicas propostas não eram capazes de representar. Essas limitações se referiam à origem dos órgãos responsáveis pela implantação e manutenção dos sistemas de saneamento e de mineração (público *versus* privado) e aos prejuízos inevitáveis no caso da implementação da mineradora e evitáveis na implementação do sistema de saneamento. Logo, a partir dessas limitações, notamos que esse grupo considerou aspectos econômicos (referentes a fonte de recursos para implantação e manutenção dos sistemas); sociais (associados à saúde e ao bem estar público) e ambientais (referentes aos danos mais prováveis ao meio ambiente

causados pela falha de um sistema em relação ao outro). Em outras palavras, essa ação de avaliação crítica realizada pelo grupo contra evidencia que houve a mobilização e compreensão de conhecimentos inerentes à QSC abordada.

Assim, durante esse exercício de avaliação das limitações do argumento de analogia, observamos que o percurso realizado pelos grupos repercutiu no grau de profundidade dos argumentos de analogia construídos por eles, pois observamos que a comparação elaborada pelo grupo contra levava em conta aspectos sociais e ambientais relativos à saúde e bem estar comum, enquanto a comparação estabelecida pelo grupo a favor era limitada às informações pertencentes à formação e exploração dos produtos das empresas comparadas.

Tal fato vai de encontro com as ideias de Sadler e Zeidler (2004), os quais ressaltam que, devido à natureza polêmica das discussões que envolvem QSC, os estudantes têm a chance de ter contato com pontos de vista adversos e conflituosos nos debates em sala de aula, que contribuem para a promoção da argumentação. Neste sentido, tais autores consideram que a abordagem de QSC na educação em Ciências pode gerar uma aprendizagem mais atraente para o contexto de vida em que os estudantes estão inseridos, favorecer a compreensão de natureza da ciência, aprimorar a argumentação e a capacidade de avaliar conhecimentos e informações pelos estudantes; este último aspecto, evidenciado em nossa pesquisa e proporcionado pelos questionamentos críticos.

No que se refere às demais ações, ao serem solicitados a identificar incoerências presentes no argumento de analogia do grupo oponente e em seu argumento, os estudantes foram capazes de construir contra-argumentos de analogia para defender seus pontos de vista e refutar o de seus pares. Identificamos, nesse caso, contra-argumentos de caráter construtivo, visto que todos eles possibilitaram aos estudantes o desenvolvimento de uma nova conclusão (SHELLEY, 2004).

Nesse processo, após críticas do grupo contra sobre a desconsideração dos danos ambientais, evidenciamos que o grupo a favor elaborou uma *misanalogy* entre o uso de agrotóxicos e a implementação da empresa de mineração. De acordo com Shelley (2004), esse tipo de contra-argumento recusa o argumento de analogia original e a sua conclusão, porém, possibilita que uma nova conclusão seja construída – no caso analisado a de que a efetivação da empresa mineradora traria benefícios econômicos significativos para o país, apesar de seus riscos potenciais à saúde das pessoas.

Em resposta a crítica do grupo a favor sobre a possível irreversibilidade dos danos ambientais gerados pela implementação da empresa mineradora apontada pelo grupo contra,

os integrantes deste grupo foram capazes de suportar melhor seu argumento de analogia, pois recorreram à evidência do experimento realizado por eles, a qual se relacionava ao demasiado tempo que o solo levaria para se recuperar em caso de contaminação por metais presentes nos rejeitos de mineração. Nesse processo de crítica, do qual também fizeram parte os questionamentos da professora, o grupo usou essa afirmação sustentada como conclusão da contra-analogia que eles elaboraram. Partindo da aceitação da premissa do argumento do grupo a favor de que a implementação de uma empresa mineradora poderia trazer certas vantagens econômicas e sociais para a cidade como a implementação de uma empresa de petróleo, os integrantes do grupo contra estabeleceram a nova conclusão de que os inúmeros danos irreversíveis causados por essa atividade não justificariam os ganhos econômicos e sociais temporários que ela poderia proporcionar.

A crítica à alegação do grupo contra sobre uma possível irreversibilidade dos danos ambientais também levou o grupo a favor a elaborar uma contra-analogia. Por meio dela, o grupo a favor também se comprometeu com a premissa do grupo oponente, a qual considerava que prejuízos sociais e ambientais podem advir tanto da falta de saneamento básico quanto do rompimento de uma barragem de rejeitos, para construir a nova conclusão de que: os benefícios sociais e econômicos são mais proeminentes que os danos causados pela implementação da empresa mineradora na cidade, em virtude do reflorestamento realizado pela empresa e da fiscalização dos problemas ambientais pelos órgãos responsáveis.

Em ambos os casos, as contra-analogias propostas, ao contrário de minar os argumentos de analogia defendidos pelos grupos que simulavam pontos de vista opostos, operaram no sentido de usar as premissas desses argumentos para trazer uma nova informação que possibilitasse a construção de uma conclusão alternativa (SHELLEY, 2004).

Com o ônus da prova devido à falha apontada pelo grupo contra de seu argumento não contemplar a chance de incidência de prejuízos ambientais provenientes da efetivação das empresas comparadas mesmo com a assiduidade da fiscalização (WALTON, 2006), evidenciamos que o grupo a favor, não sustentou seu ponto de vista a partir de evidências de fontes confiáveis, e conseqüentemente, não foi capaz de avaliar e validar a conclusão de seu contra-argumento.

Por outro lado, percebemos que o grupo contra foi capaz de sustentar a conclusão de seu contra-argumento – de que a irreversibilidade dos impactos ao meio ambiente não justificaria os benefícios econômicos e sociais temporários que a atividade mineradora poderia oferecer - por meio de informações e evidências que eles construíram e tiveram

acesso no decorrer das atividades, especialmente aquela relacionada ao potencial de toxicidade dos metais resultantes das barragens de rejeito para os seres vivos, plantas e solo e a de que as vantagens sociais e econômicas resultantes da implementação da empresa mineradora seriam restritas devido a exportação dos produtos provenientes da mineração.

Diante disso, concluímos que o processo de contra-argumentação emergido durante o júri simulado, foi primordial para o aperfeiçoamento dos argumentos de analogia dos grupos, porque, como ressalta Shelley (2004), nesse processo os contra-argumentos podem ser usados pelos estudantes para avaliar a força dos argumentos, analisar quais partes do argumento original suportam a conclusão original e, portanto, merecem atenção crítica.

A análise da confiabilidade das evidências usadas pelos dois grupos nos permite considerar que o grupo contra foi capaz de contra-argumentar de forma mais plausível do que o grupo a favor, pois a aceitabilidade da conclusão de seu contra-argumento foi garantida pela qualidade das evidências que a sustentaram diante dos questionamentos críticos (WALTON *et al.*, 2008).

Observamos que as habilidades dos estudantes, destacadas por Mendonça (2011), de analisar e validar seus argumentos com base em boas evidências, com o objetivo de convencer seus pares e de defender pontos de vista, foi evidente no processo argumentativo ocorrido no contexto analisado. Nossos resultados também realçam o potencial da argumentação sobre dilemas sociocientíficos no desenvolvimento das habilidades críticas pelos estudantes (HODSON, 2014).

Como implicação dos resultados dessa pesquisa e das discussões deles derivadas, ponderamos sobre alguns pontos. Em nosso estudo o esquema de argumento de analogia de Walton, tanto quanto o quadro de mapeamento de Mozzer e Justi (2015), serviram como ferramentas de análise úteis para que pudéssemos compreender as relações de similaridade expressas pelos estudantes ao elaborarem os argumentos de analogia e para entender o processo de elaboração e revisão desses argumentos durante o júri simulado.

O esquema de argumento de analogia de Walton nos permitiu realizar algumas considerações sobre como o argumentador fez uso das proposições, e se essas proposições eram coerentes com a conclusão do argumento de analogia, ou seja, se elas conseguiam sustentá-la. Neste caso, as respostas aos questionamentos críticos também deram suporte para tal avaliação. A partir do objetivo desses questionamentos de apontar as falhas ou possibilidades de refutação de um argumento questionável, pudemos analisar a

fundamentação do argumento de analogia elaborados pelos estudantes, em vez de somente aceitar suas conclusões e considerá-los corretos (WALTON, 2006).

A ferramenta proposta por Mozzer e Justi (2015), por sua vez, nos possibilitou identificar, visualizar e entender as relações de similaridade estabelecidas pelos estudantes durante o processo de construção dos argumentos de analogia e também nos auxiliou na compreensão do processo de revisão desses argumentos.

A tipologia de Shelley (2004), associada a essas ferramentas, foi primordial para nos auxiliar na explicitação e categorização dos contra-argumentos de analogia apresentados pelos estudantes no decorrer do júri. Tal categorização nos capacitou a ter uma visão mais abrangente sobre o processo de contra-argumentação e seus impactos na avaliação crítica dos argumentos pelos estudantes.

Assim, o uso dessas ferramentas embasado nas proposições de Walton sobre o contexto argumentativo, demonstraram ser potencialmente úteis na promoção e no estudo das interações argumentativas fundamentadas em raciocínios analógicos no ambiente de ensino, no qual abordamos uma QSC. Assim, consideramos importante que o uso conjugado dessas ferramentas seja investigado na avaliação da qualidade dos raciocínios argumentativos dos estudantes em novos contextos de ensino de Ciências e em outros níveis de ensino, para que possamos validar suas contribuições e mitigar suas limitações.

Uma dessas limitações, no caso do processo de argumentação por analogia frente a uma QSC estudado neste trabalho foi o fato de não termos planejado questionamentos críticos direcionados explicitamente aos aspectos morais e éticos presentes nos argumentos propostos ou derivados das discussões sobre os mesmos. Tais questionamentos poderiam auxiliar os estudantes a avaliar se seus argumentos eram capazes de sustentar decisões coerentes e responsáveis diante do problema socioambiental abordado. Neste sentido, uma outra implicação deste trabalho poderia ser investigar se (e como) os questionamentos críticos sobre considerações morais e éticas contribuiriam para uma avaliação dos argumentos pelos estudantes centrada nestes aspectos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABI-EL-MONA, I.; ABD-EL-KHALICK, F. Perceptions of the Nature and 'Goodness' of Argument among College Students, Science Teachers, and Scientists. **International Journal of Science Education**, Estados Unidos v. 33, n. 4, p. 573-605, mar. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233115834_Perceptions_of_the_Nature_and_'Goodness'_of_Argument_among_College_Students_Science_Teachers_and_Scientists. Acesso em: 16 jun.2020.

ANDRADE, G. M. P. C. **O papel dos questionamentos dos professores em processos de ensino de química fundamentados em modelagem analógica**. 2018. Dissertação (Mestrado). PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – POSEDU. Universidade Federal de Ouro Preto: Ouro Preto, 2018.

ARAÚJO, L. C. R. **MOVIMENTOS EPISTÊMICOS, PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ARGUMENTAÇÃO: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS NO CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE FOTOSSÍNTESE**. 2019. Dissertação (Mestrado). PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – POSEDU. Universidade Federal de Ouro Preto: Ouro Preto, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BAKER, M. Argumentative Interactions and the Social Construction of Knowledge. In: MIRZA, N. M. e PERRET-CLERMONT, A.-N. **Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices**. (Ed.). Dordrecht: Springer, 2009. p.127-144.

BILLIG, M. **Arguing and thinking: a rhetorical approach to social psychology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

BLAIR, A. Walton's Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning: A Critique and Development. **Argumentation**, v. 15, p. 365-379, Jan. 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227159585_Walton's_Argumentation_Schemes_for_Presumptive_Reasoning_A_Critique_and_Development. Acesso em: 16 jun. 2010.

BLANCHETTE, I.; DUNBAR, K. Representational change and analogy: how analogical inferences alter target representations. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, v. 28, n. 4, p. 672-685, ago. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/11268302_Representational_Change_and_Analogy_How_Analogical_Inferences_Alter_Target_Representations. Acesso em: 16 jun. 2010.

BRICKER, L. A.; BELL, P. Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. **Science Education**, v. 92, n.3, p. 473-498, mai. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227909667_Conceptualizations_of_argumentation_from_science_studies_and_the_learning_sciences_and_their_implications_for_the_practices_of_science_education. Acesso em: 16 jun. 2010.

BROWN, D. E.; CLEMENT, J. Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction. **Instructional Science**, v. 18, n. 4, p. 237-261, dez. 1989. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00118013>. Acesso em: 16 jun. 2010.

CHIARO, S.; LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia: Reflexão e crítica**, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/prc/v18n3/a09v18n3.pdf>. Acesso em 05 ago. 2020.

CHRISTODOULOU, A.; OSBORNE, J. The science classroom as a site of Epistemic Talk: A Case Study of a Teacher's Attempts to Teach Science Based on Argument. **Journal of research in science teaching**, v. 51, n. 10, p. 1275-1300, ago. 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.21166>. Acesso em: 16 jun.2010.

CONRADO, D. M. *et al.* Análise de argumentos em uma questão sociocientífica no ensino de biologia. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 5522 - 5534, 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/32107432/AN%C3%81LISE_DE_ARGUMENTOS_EM_UMA_QUEST%C3%83O_SOCIOCIENT%C3%8DFICA_NO_ENSINO_DE_BIOLOGIA. Acesso em: 16.jun.2020.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: NOVAES, A. B.; SERPA, A. S. P., *et al.* **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** (Ed.). Salvador: EDUFBA, 2018. p. 77-118.

CORREA, H. L. *et al.* A nova dialética e os esquemas de argumento de Walton: um estudo sobre sua aplicabilidade no estudo de argumentação em sala de aula de ciências. In: XV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2010, Belo Horizonte, MG. **Anais do XV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**, Belo Horizonte, MG: 2010.

DAMASCENA, K. B.; MOZZER, N. B. A ARGUMENTAÇÃO POR ANALOGIA NA DISCUSSÃO DE UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC, 2019, Natal, RN. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN: 2019.

DRIVER, R. *et al.* Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291098-237X%28200005%2984%3A3%3C287%3A%3AAID-SCE1%3E3.0.CO%3B2-A>. Acesso em: 16 jun.2010.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Reinders_Duit/publication/227566389_The_role_of_analogies_and_metaphors_in_learning_science/links/5658713c08ae1ef9297dbdc2/The-role-of-analogies-and-metaphors-in-learning-science.pdf. Acesso em: 16 jun.2010.

DUIT, R.; GLYNN, S. M. Mental modelling. In: WELFORD, G.; OSBORNE, J., *et al.* **Research in Science Education in Europe: Current issues and themes.** (Ed.). London: Falmer, 1996. p.166-176.

DUSCHL, R. A. Quality Argumentation and Epistemic Criteria. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.. **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research.** (Ed.) Dordrecht: Springer, 2008. p.159-170.

DUSCHL, R. A. *et al.* Understanding dialogic argumentation among middle school science students. In: The Annual Conference of American Educational Research Association, 1999, Montreal. 11 a 15 de Abril.

DUSCHL, R. A.; OSBORNE, J. Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. **Studies in Science Education**, v. 38, p. 39-72, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/249057849_Supporting_and_Promoting_Argumentation_Discourse_in_Science_Education. Acesso em: 16 jun.2010.

EMIG, R. B. *et al.* Inviting Argument by Analogy: Analogical-Mapping-Based Comparison Activities as a Scaffold for Small-Group Argumentation. **Science Education**. 98: 243-268 p. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259656438_Inviting_Argument_by_Analogy_Analogical-Mapping-Based_Comparison_Activities_as_a_Scaffold_for_Small-Group_Argumentation. Acesso em: 16 jun.2010.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 1-25, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1983-21172017000100215&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 05 ago. 2020.

GARCIA-MILA, M.; ANDERSEN, C. Cognitive Foundations of Learning Argumentation. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. (Ed.). Dordrecht: Springer, 2008. p.29-46.

GENTNER, D. The mechanisms of analogical learning. In: VOSNIADOU, S. e ORTONY, A. **Similarity and Analogical Reasoning**. (Ed.).Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p.199-241.

GENTNER, D. *et al.* Metaphor is like analogy. In: GENTNER, D.; HOLYOAK, K. J., *et al.* **The analogical mind: perspectives from cognitive science**. (Ed.).London: Bradford Book and the MIT Press, 2001. p.199-253.

GENTNER, D.; HOLYOAK, K. J. Reasoning and learning by analogy. **American Psychologist**, Estados Unidos, v. 52, n. 1, p. 32-34, 1997. Disponível em: <http://reasoninglab.psych.ucla.edu/KH%20pdfs/Gentner%20and%20Holyoak%201997.pdf>. Acesso: 16 jun.2020.

GENTNER, D., & MARKMAN, A. B.. Structure mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, Estados Unidos, v.52, n.1, p.45-56, 1997. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0003-066X.52.1.45>. Acesso em: 16 jun.2020.

HARRISON, A. G. Teaching with analogies: friends or foes? In: HARRISON, A. G. e COLL, R. K. **Using analogies in middle and secondary science classrooms: The FAR guide-an interesting way to teach with analogies**. (Ed.). California: Corwin, 2008. p.6-21.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**,

Estados Unidos, v. 14, n. 5, p. 541-562, 1992. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069920140506>. Acesso em: 16 jun.2020.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, Estados Unidos, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, jan. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271407078_Learning_Science_Learning_about_Science_Doing_Science_Different_goals_demand_different_learning_methods. Acesso em: 16 jun.2020.

HOLYOAK, K. J.; THAGARD, P. **Mental leaps**: Analogy in creative thought. Cambridge: Bradford, 1995.

IBRAIM, S.S. Contribuições das Tipologias de Walton para Análise de Argumentos em Contextos Científico e Cotidiano In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), 2012, Salvador, BA. **Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Salvador. 2012. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/download/7148/4958>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

IBRAIM, S. S. *et al.* Avaliação de argumentos e habilidades argumentativas em contextos científico e cotidiano. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, 2012, Salvador, BA. **Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química**. Salvador. 2012.

_____. Contribuições dos esquemas argumentativos de Walton para análise de argumentos no contexto de ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 159-186, 2013.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; AGRASO, M. F. A Argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento na sala de aula. **Educação em Revista**, v. 43, p. 13-33, 2006.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave**: competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó, 2010.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCO, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação no ensino de Ciências. *Revista Ensaio*, v. 17, p. 139-159, nov. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285619007_DESAFIOS_METODOLOGICOS_NA_PESQUISA_DA_ARGUMENTACAO_EM_ENSINO_DE_Ciencias. Acesso em: 16 jun. 2020.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in Science Education: An overview. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.. **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. (Ed.) Dordrecht: Springer, 2008. p.3-27.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PEREIRO MUÑOZ, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 11, p. 1171-1190, 2002.

KELLY, G. Inquiry, activity and epistemic practice. In: DUSCHL, R. e GRANDY, R. **Teaching scientific inquiry**: recommendations for research and implementation. (Ed.) Rotterdam: Holland: Tapes Sense Publishers 2008. p.288-291.

KUHN, D. **The Skills of Argument**. New York: Cambridge University, 1991.

LATOURET, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: UNESP, 2000.

LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. **Human development**, v. 43, n. 6, p. 332-360, nov. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/247701525_The_Potential_of_Argument_in_Knowledge_Building. Acesso em: 16 jun.2020.

LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. **Human Development**, v.43, n. 1, p. 332-360, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/247701525_The_Potential_of_Argument_in_Knowledge_Building. Acesso em: 06 ago. 2020.

LEITÃO, S. Processos de construção do conhecimento: a argumentação em foco. **Proposições**, v. 18, n. 3(54), p. 75-92, 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643529>. Acesso em: 06 ago. 2020.

LEMKE, J. L. **Talking science: Language, learning, and values**. ERIC: ISBN 0893915653. 1990.

MARTINS, M. R. **Ensino Explícito e Integrado de Natureza da Ciência e Argumentação em um contexto Sociocientífico para Estudantes de Química do Ensino Médio**. 2016. 174p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: 2016.

MENDONÇA, P. C. C. **Influência de Atividades de Modelagem na Qualidade dos Argumentos de Estudantes de Química do Ensino Médio**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2011.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Students' pre- and post-teaching analogical reasoning when they draw their analogies. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 3, p. 429-458, 2012.

_____. Nem tudo que reluz é ouro: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.

_____. Modelagem Analógica no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, p. 155-182, 2018.

NERSESSIAN, N. J. How do Scientists Think? Capturing the Dynamics of Conceptual Change in Science. In: GIERTY, R. N. **Cognitive Models of Science**. (Ed.). Minneapolis: University of Minnesota Press, 1992. p.3-44.

OSBORNE, J. Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2007.

RAMOS, T. C. **Influência da criação e crítica de analogias por estudantes de química do ensino médio na promoção de interações argumentativas**. 2015. Dissertação (Mestrado). PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – POSEDU. Universidade Federal de Ouro Preto: Ouro Preto, 2015.

ROBERTS, D. A. Scientific literacy/science literacy. In: ABELL, S. K. e LEDERMAN, N. G.. **Handbook of research on science education**. (Ed.) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p.729-780.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. (Ed.). Campinas, SP: Átomo, 2010.

SADLER, T. D. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, p. 513-536, 2004.

_____. Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. In: SADLER, T. D. (Ed.). **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Springer Dordrecht Heidelberg London New York: Springer, v. 39, 2011. p. 1-9.

SADLER, T. D.; DONNELLY, L. A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. **International Journal of Science Education**, v. 28, p. 1463-1488, 2006.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v. 88, n.7, p. 4-27, jan. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227718844_The_Morality_of_Socioscientific_Issues_Construal_and_Resolution_of_Genetic_Engineering_Dilemmas. Acesso em: 16 jun.2020.

SANTOS, W. L. P. *et al.* A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 1: 140-152 p. 2001.

SHELLEY, C. Analogy counterarguments: a taxonomy for critical thinking. **Argumentation**, v. 18, p. 223-238, jun. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226196107_Analogy_Counterarguments_A_Taxonomy_for_Critical_Thinking. Acesso em: 15 jun.2020.

SILVA, W. M. *et al.* O debate na perspectiva da lógica informal: uma abordagem para análise da argumentação em aulas de Ciências. **Revista Ens. Pesqui. Educ. Ciênc**, Belo Horizonte, v. 18, n.2, p. 99-127, ago. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/306095905_O_DEBATE_NA_PERSPECTIVA_DA_LOGICA_INFORMAL_UMA_ABORDAGEM_PARA_ANALISE_DA_ARGUMENTACAO_EM_AULAS_DE_Ciencias. Acesso em: 15 jun.2020.

SIMONNEAUX, L. Argumentation in Socio-Scientific Contexts. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education**. Dordrecht: Springer, 2007. p.179 - 199.

THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. Using analogies in secondary chemistry teaching. **Australian Science Teachers Journal**, v. 37, p. 10-14, jun.1991. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED356137>. Acesso em: 15 jun.2020.

TOULMIN, S. E. **The uses of argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R. **A Systematic Theory of Argumentation: The Pragma-Dialectical Approach**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

VAN EEMEREN, F. H. *et al.* **Fundamentals of argumentation theory**: A handbook of historical backgrounds and contemporary developments. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1996.

VAN EEMEREN, F. H. *et al.* **Reconstructing argumentative discourse**. Tuscaloosa, AL: University of Alabama Press, 1993.

VOSNIADOU, S. Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: a developmental perspective. In: VOSNIADOU, S. e ORTONY, A. **Similarity and Analogical Reasoning**. (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p.413-437.

WALTON, D. N. **Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning**. Mahwah: Erlbaum, 1996.

_____. The new dialectic: a method of evaluating an argument used for some purpose in a given case. *ProtoSociology*, v.13, p. 70-91, jan. 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/241299602_The_New_Dialectic_A_Method_of_Evaluating_an_Argument_Used_for_Some_Purpose_in_a_Given_Case. Acesso em: 16 jun.2020.

_____. Argumentation Schemes. In: WALTON, D. N. **Fundamentals of critical argumentation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

_____. O argumento como diálogo racional. In: WALTON, D. N. **Lógica Informal: manual de informação crítica**. São Paulo: Martins Fontes, 2006. p.1-35.

WALTON, D. N. *et al.* **Argumentation Schemes**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

WENZEL, J. W. Three Perspectives on Argument: Rhetoric, Dialectic, Logic. In: TRAPP, R. e SCHUETZ, J. (Ed.). **Perspectives of argumentation: Essays in honour of Wayne Brockriede**. New York: Waveland, 1990. p.9-26.

WONG, S. L.; HODSON, D. More from the Horse's Mouth: What scientists say about science as a social practice. **International Journal of Science Education**, Estados Unidos, v. 32, n. 11, p. 1431-1463, jul. 2010. Disponível em: https://translate.google.com/translate?hl=ptBR&sl=en&u=https://www.researchgate.net/publication/232984976_More_from_the_Horse%27s_Mouth_What_scientists_say_about_science_as_a_social_practice&prev=search&pto=aue. Acesso em: 15 jun.2020.

YAGER, R. E.; TAMIR, P. STS approach: reasons, intentions, accomplishments, and outcomes. **Science Education**, v. 77, n.6, p. 637-658, 1993. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.3730770607>. Acesso em: 16 jun.2020.

ZEIDLER, D. L. *et al.* Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227499679_Beyond_STS_A_research-based_framework_for_socioscientific_issues_education. Acesso em: 16 jun.2020.

ANEXOS

Anexo 1: Parecer de aprovação do comitê de ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Abordagem de Questões Sociocientíficas Fundamentada na Modelagem Analógica

Pesquisador: Nilmara Braga Mozzer

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 13232719.2.0000.5150

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ouro Preto

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.377.499

Apresentação do Projeto:

Adequado.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Relação riscos-benefícios adequada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

As pendências foram sanadas, bem como foi esclarecida a viabilidade de execução do projeto, no que se refere aos recursos financeiros para tanto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências foram sanadas.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFOP, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e/ou Res. CNS 510/16, manifesta-se pela APROVAÇÃO deste protocolo de pesquisa. Ressalta-se ao pesquisador responsável pelo projeto o compromisso de envio ao CEP/UFOP, um

Endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convergência

Bairro: Campus Universitário CEP: 35.400-000

UF: MG Município: OURO PRETO

Telefone: (31)3559-1368 Fax: (31)3559-1370 E-mail: cep.propp@ufop.edu.br

Continuação do Parecer: 3.377.499

ano após o início do projeto, do relatório final ou parcial de sua pesquisa, encaminhado por meio da Plataforma Brasil, informando, em qualquer tempo, o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1320605.pdf	31/05/2019 17:21:46		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_aluno_maior_18.docx	31/05/2019 17:21:12	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_responsavel_aluno.docx	31/05/2019 17:20:58	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_assentimento_aluno_menor_18.docx	31/05/2019 17:20:46	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
Outros	Termo_Autorizacao_Escola.pdf	31/05/2019 17:14:25	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
Outros	Carta_encaminhamento.pdf	31/05/2019 17:11:02	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto_atual.pdf	31/05/2019 17:06:33	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
Declaração do Patrocinador	Apoio_financeiro_CNPq.pdf	26/03/2019 08:00:33	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CNPq_MCTIC_28_2018.pdf	26/03/2019 07:48:31	Nilmara Braga Mozzer	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convergência
Bairro: Campus Universitário CEP: 35.400-000
UF: MG Município: OURO PRETO
Telefone: (31)3559-1368 Fax: (31)3559-1370 E-mail: cep.propp@ufop.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



Continuação do Parecer: 3.377.499

OURO PRETO, 07 de Junho de 2019

Assinado por:
EVANDRO MARQUES DE MENEZES MACHADO
(Coordenador(a))

Anexo 2: Termo de Anuência Direcionado ao Aluno Voluntário Menor de 18 anos

Termo de Assentimento Direcionado ao Aluno Voluntário Menor de 18 anos

Prezado(a) aluno(a),

Por meio deste termo, viemos convidá-lo(a) a participar como voluntário da pesquisa: Abordagem de questões sociocientíficas, que será realizada em sua escola e que ocorrerá no período de ____/____/____ a ____/____/____.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar os possíveis benefícios de uma estrutura para guiar o ensino de Ciências fundamentado na aprendizagem de conceitos científicos necessários a posicionamentos críticos diante de uma questão sociocientífica.

O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação a partir de nossas experiências como professoras de Química e de pesquisas da área de Educação que apontam inúmeras vantagens de se trabalhar com questões sociocientíficas, a fim de contribuir para a formação de indivíduos cientificamente letrados. Espera-se que em contato com um contexto sociocientífico, os alunos se desenvolvam e se tornem cidadãos preparados para engajar de maneira consciente nos discursos da sociedade moderna, ou seja, capazes de confrontar, negociar e tomar decisões em situações cotidianas que envolvem a ciência. Assim, nos propusemos a investigar o envolvimento dos alunos em algumas atividades, na tentativa de compreender os conceitos de Química e utilizando-os para fundamentar seus posicionamentos diante de uma questão problema. Por isso, sua participação será muito importante.

Para a realização desta pesquisa, a aluna de pós-graduação em Educação da UFOP, Kênia Basto Damascena e a professora da turma realizarão intervenções pedagógicas em sala de aula (compostas de atividades em grupo fundamentadas em questões sociocientíficas), no horário regular das aulas. Algumas vezes eles serão acompanhados pela Professora Nilmara Braga Mozzer, coordenadora da pesquisa.

As aulas nas quais as intervenções ocorrerem serão filmadas e gravadas em áudio e o material escrito produzido pelos alunos será fotocopiado. As filmagens e os registros em áudio serão realizadas pela mestrande e pela pesquisadora e, às vezes, pela professora Nilmara Braga Mozzer.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da sua imagem na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto para você com a participação do estudo, especialmente devido à filmagem das intervenções. Para minimizar tais riscos, caso a sua imagem venha ser divulgada, serão adicionadas tarjas para evitar sua exposição e da escola. No que diz respeito ao desconforto, este será minimizado pela observação da sala de aula a ser realizada pelas pesquisadoras em um período anterior à realização da pesquisa. Essa medida será tomada para a familiarização dos estudantes com as pesquisadoras.

Os riscos apontados se justificam pelos benefícios maiores que essa pesquisa pode trazer, tais como: a participação mais ativa do aluno na aprendizagem de Química; o desenvolvimento da sua autonomia na elaboração do conhecimentos científicos, uma vez que o mesmo fará parte de uma comunidade escolar de investigação (a sua turma); desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre o papel do conhecimento científico na fundamentação de posicionamentos a respeito de questões sociocientíficas.

Você será esclarecido sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar e a qualquer momento. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Os registros em vídeo e áudio terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, sua identidade será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para você e permanecerão confidenciais. Esses resultados serão divulgados no meio acadêmico-científico, mas o seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. Uma cópia deste termo de consentimento será arquivada e outra será fornecida a você.

Os dados coletados durante o desenvolvimento da pesquisa serão arquivados pela aluna de pós-graduação, Kênia Basto Damascena, e pela sua orientadora, Nilmara Braga Mozzer, durante o prazo de 5 (cinco) anos, em um local seguro, no âmbito da UFOP/ICEB/DEQUI, em sala, armários, computadores e HD externo de acesso e controle das pesquisadoras. Após esse período, as folhas de atividades serão incineradas e os registros de áudio e vídeo serão deletados de todos os locais onde foram gravados.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para você e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

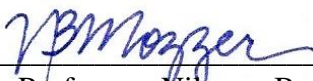
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, solicito que você preencha e devolva assinada a via “Declaração” que consta na última página deste documento.

Desde já, agradeço sua colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,



Professora Nilmara Braga Mozzer
(Coordenadora do projeto)

DECLARAÇÃO

Eu, _____, declaro que estou suficientemente esclarecido(a) sobre os objetivos da pesquisa “Abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Química”. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e alterar minha decisão se assim o desejar. Fui certificado(a) de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que não terei custos nem compensações por participar desta pesquisa.

Em caso de dúvidas, estou ciente de que poderei entrar em contato com a professora coordenadora Nilmara Braga Mozzer no telefone (31)3559-1707 (e-mail: nilmara@iceb.ufop.br) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

_____/_____/_____
Nome Assinatura do Participante Data

_____/_____/_____
Nome Assinatura da Coordenadora do Projeto Data

Anexo 3: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Responsável pelo Aluno

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Responsável pelo Aluno

Prezados(as) responsável e aluno(a),

Por meio deste termo, viemos convidar o aluno(a) _____ a participar como voluntário da pesquisa: Abordagem de questões sociocientíficas, que será realizada na escola onde este(a) estuda, no período de ___/___/___ a ___/___/___.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar os possíveis benefícios de uma estrutura para guiar o ensino de Ciências fundamentado na aprendizagem de conceitos científicos necessários a posicionamentos críticos diante de uma questão sociocientífica.

O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação a partir de nossas experiências como professoras de Química e de pesquisas da área de Educação que apontam inúmeras vantagens de se trabalhar com questões sociocientíficas, a fim de contribuir para a formação de indivíduos cientificamente letrados. Espera-se que em contato com um contexto sociocientífico, os alunos se desenvolvam e se tornem cidadãos preparados para engajar de maneira consciente nos discursos da sociedade moderna, ou seja, capazes de confrontar, negociar e tomar decisões em situações cotidianas que envolvem a ciência. Assim, nos propusemos a investigar o envolvimento dos alunos em algumas atividades, na tentativa de compreender os conceitos de Química e utilizando-os para fundamentar seus posicionamentos diante de uma questão problema. Por isso, sua participação será muito importante.

Para a realização desta pesquisa, a mestranda da pós-graduação em Educação da UFOP, Kênia Basto Damascena e a professora da turma realizarão intervenções pedagógicas em sala de aula (compostas de atividades em grupos referentes à questões sociocientíficas), no horário regular das aulas. Algumas vezes eles serão acompanhados pela Professora Nilmara Braga Mozzer, coordenadora da pesquisa.

Para a realização da pesquisa, as aulas nas quais as intervenções ocorrerem serão filmadas e gravadas em áudio e o material escrito produzido pelos alunos será fotocopiado. As filmagens e os registros em áudio serão realizadas pela mestranda e pesquisadora e, às vezes, pela professora Nilmara Braga Mozzer.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da imagem do aluno na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto para você com a participação do estudo, especialmente devido à filmagem das intervenções. Para minimizar tais riscos, caso a imagem do participante venha ser divulgada, serão adicionadas tarjas para evitar sua exposição e da escola. No que diz respeito ao desconforto, este será minimizado pela observação da sala de aula a ser realizada pelas pesquisadoras em um período anterior à realização da pesquisa. Essa medida será tomada para a familiarização dos estudantes com as pesquisadoras.

Os riscos apontados se justificam pelos benefícios maiores que essa pesquisa pode trazer, tais como: a participação mais ativa do aluno na aprendizagem de Química; o desenvolvimento da sua autonomia na elaboração do conhecimentos científicos, uma vez que o mesmo fará parte de uma comunidade escolar de investigação (a sua turma); desenvolvimento de uma visão

mais crítica sobre o papel do conhecimento científico na fundamentação de posicionamentos a respeito de questões sociocientíficas.

O(A) aluno(a) mencionado(a) neste termo e você responsável serão esclarecidos(as) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejarem e a qualquer momento. O(A) aluno(a) mencionado(a) neste termo é livre para recusar-se a participar. Você responsável ou o(a) aluno(a) podem retirar o consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A participação deste(a) é voluntária do(a) aluno(a) e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios para ele(a).

Os registros em vídeo e áudio terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, a identidade do(a) aluno(a) mencionado(a) neste termo será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para vocês e permanecerão confidenciais. Esses resultados serão divulgados no meio acadêmico-científico, mas o nome do(a) aluno(a) ou o material que indique a participação deste(a) não será liberado sem a sua permissão. Ele(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. Uma cópia deste termo de consentimento será arquivada e outra será fornecida a você.

Os dados coletados durante o desenvolvimento da pesquisa serão arquivados pela aluna de pós-graduação, Kênia Basto Damascena, e pela sua orientadora, Nilmara Braga Mozzer, durante o prazo de 5 (cinco) anos, em um local seguro, no âmbito da UFOP/ICEB/DEQUI, em sala, armários, computadores e HD externo de acesso e controle das pesquisadoras. Após esse período, as folhas de atividades serão incineradas e os registros de áudio e vídeo serão deletados de todos os locais onde foram gravados.

A participação do(a) aluno(a) nessa pesquisa não acarretará custos para vocês e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

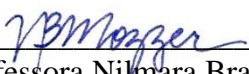
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, solicito que você e o(a) aluno(a) preencham e devolvam assinada a via “Declaração” que consta na última página deste documento.

Desde já, agradeço pela colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,


Professora Nilmara Braga Mozzer
(Coordenadora do projeto)

DECLARAÇÃO

Eu, _____ e _____
declaramos que estar suficientemente esclarecidos(as) sobre os objetivos, riscos e benefícios da pesquisa “Abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Química”. Sabemos que em qualquer momento poderemos solicitar novas informações e que poderemos alterar nossa decisão se assim o desejar. Fomos certificados(as) de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sabemos que não teremos custos nem compensações pela participação do(a) aluno(a).

Em caso de dúvidas, estamos cientes de que poderemos entrar em contato com a professora coordenadora Nilmara Braga Mozzer no telefone (31)3559-1707 (e-mail: nilmara@iceb.ufop.br) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Declaramos concordar com a participação do(a) aluno(a) nessa pesquisa. Recebemos uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e nos foi dada a oportunidade de ler e esclarecer nossas dúvidas.

_____/_____/_____
Nome Assinatura do Responsável Data

_____/_____/_____
Nome Assinatura do Aluno(a) Data

_____/_____/_____
Nome Assinatura da Coordenadora do Projeto Data

Anexo 5: Termo de Anuência Direcionado ao Aluno Voluntário Maior de 18 anos

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Aluno Voluntário Maior de 18 anos

Prezado(a) aluno(a),

Por meio deste termo, viemos convidá-lo(a) a participar como voluntário da pesquisa: Abordagem de questões sociocientíficas, que será realizada em sua escola e que ocorrerá no período de ____/____/____ a ____/____/____.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar os possíveis benefícios de uma estrutura para guiar o ensino de Ciências fundamentado na aprendizagem de conceitos científicos necessários a posicionamentos críticos diante de uma questão sociocientífica.

O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação a partir de nossas experiências como professoras de Química e de pesquisas da área de Educação que apontam inúmeras vantagens de se trabalhar com questões sociocientíficas, a fim de contribuir para a formação de indivíduos cientificamente letrados. Espera-se que em contato com um contexto sociocientífico, os alunos se desenvolvam e se tornem cidadãos preparados para engajar de maneira consciente nos discursos da sociedade moderna, ou seja, capazes de confrontar, negociar e tomar decisões em situações cotidianas que envolvem a ciência. Assim, nos propusemos a investigar o envolvimento dos alunos em algumas atividades, na tentativa de compreender os conceitos de Química e utilizando-os para fundamentar seus posicionamentos diante de uma questão problema. Por isso, sua participação será muito importante.

Para a realização desta pesquisa, a aluna de pós-graduação em Educação da UFOP, Kênia Basto Damascena e a professora da turma realizarão intervenções pedagógicas em sala de aula (compostas de atividades em grupo fundamentadas em questões sociocientíficas), no horário regular das aulas. Algumas vezes eles serão acompanhados pela Professora Nilmara Braga Mozzer, coordenadora da pesquisa.

As aulas nas quais as intervenções ocorrerem serão filmadas e gravadas em áudio e o material escrito produzido pelos alunos será fotocopiado. As filmagens e os registros em áudio serão realizadas pela mestrande e pela pesquisadora e, às vezes, pela professora Nilmara Braga Mozzer.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da sua imagem na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto para você com a participação do estudo, especialmente devido à filmagem das intervenções. Para minimizar tais riscos, caso a sua imagem venha ser divulgada, serão adicionadas tarjas para evitar sua exposição e da escola. No que diz respeito ao desconforto, este será minimizado pela observação da sala de aula a ser realizada pelas pesquisadoras em um período anterior à realização da pesquisa. Essa medida será tomada para a familiarização dos estudantes com as pesquisadoras.

Os riscos apontados se justificam pelos benefícios maiores que essa pesquisa pode trazer, tais como: a participação mais ativa do aluno na aprendizagem de Química; o desenvolvimento da sua autonomia na elaboração do conhecimentos científicos, uma vez que o mesmo fará parte de uma comunidade escolar de investigação (a sua turma); desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre o papel do conhecimento científico na fundamentação de posicionamentos a respeito de questões sociocientíficas.

Você será esclarecido sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar e a qualquer momento. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Os registros em vídeo e áudio terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, sua identidade será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para você e permanecerão confidenciais. Esses resultados serão divulgados no meio acadêmico-científico, mas o seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. Uma cópia deste termo de consentimento será arquivada e outra será fornecida a você.

Os dados coletados durante o desenvolvimento da pesquisa serão arquivados pela aluna de pós-graduação, Kênia Basto Damascena, e pela sua orientadora, Nilmara Braga Mozzer, durante o prazo de 5 (cinco) anos, em um local seguro, no âmbito da UFOP/ICEB/DEQUI, em sala, armários, computadores e HD externo de acesso e controle das pesquisadoras. Após esse período, as folhas de atividades serão incineradas e os registros de áudio e vídeo serão deletados de todos os locais onde foram gravados.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para você e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

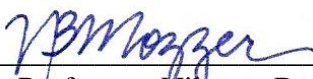
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, solicito que você preencha e devolva assinada a via “Declaração” que consta na última página deste documento.

Desde já, agradeço sua colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,




Professora Nilmara Braga Mozzer
(Coordenadora do projeto)

DECLARAÇÃO

Eu, _____, declaro que estou suficientemente esclarecido(a) sobre os objetivos da pesquisa “Abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Química”. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e alterar minha decisão se assim o desejar. Fui certificado(a) de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que não terei custos nem compensações por participar desta pesquisa.

Em caso de dúvidas, estou ciente de que poderei entrar em contato com a professora coordenadora Nilmara Braga Mozzer no telefone (31)3559-1707 (e-mail: nilmara@iceb.ufop.br) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.


Declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

_____	_____	____/____/____
Nome	Assinatura do Participante	Data
_____		____/____/____
Nome	Assinatura da Coordenadora do Projeto	Data

Anexo 4: Autorização para a realização da Pesquisa

AUTORIZAÇÃO

Após ter sido esclarecido(a) sobre os propósitos, condições de realização da pesquisa “Abordagem de questões sociocientíficas”, seus possíveis benefícios e riscos, autorizo que a mesma seja realizada neste estabelecimento de ensino, com a participação dos alunos, professores e demais funcionários.


Membro da Direção da Escola Estadual de Ensino Médio Cabanas

Wemerson Vieira Borges
Diretor Escolar - MASP 1245171-2
E.E. de Ensino Médio do Bairro Cabanas
Mariana

01/10/2018

Data

Escola Estadual de Ensino Médio Cabanas
C.N.P.J: 20.176.668/0001-00
Rua Diamantina, 751 – Cabanas – Mariana/MG
CEP: 35.420-000
e-mail: escola.356808@educacao.mg.gov.br

APÊNDICES

Apêndice 1: Sequência Didática sobre as implicações da Mineração para a Sociedade – Material do professor

INTRODUÇÃO

A sequência didática elaborada apresenta uma proposta de abordagem argumentativa fundamentada no argumento por analogia, planejada para ser ministrada para estudantes do ensino médio. Acreditamos que a mesma poderá promover uma maior participação dos indivíduos pelo fato de o debate envolver questões sociocientíficas, em um contexto argumentativo de busca por soluções para os problemas ambientais atualmente enfrentados referentes à atividade mineradora. As questões sociocientíficas (QSC) são questões sociais controversas que permitem a conexão entre o conhecimento científico e aspectos sociais.

Para o seu desenvolvimento são necessários alguns conhecimentos dos estudantes para que as discussões possam fluir de maneira que os mesmos compreendam os conteúdos trabalhados. Além disso, esses conhecimentos permitirão discussões mais profundas sobre as questões propostas e a construção de argumentos fundamentados em ideias coerentes com as científicas.

Consideramos que para que os processos de ensino e aprendizagem de Química no ensino médio sejam eficientes faz-se necessária a consideração das ideias prévias dos estudantes, que os mesmos tenham oportunidades de fazer uso de seus conhecimentos em situações-problema reais e de evidenciar suas compreensões. Neste sentido, a abordagem de questões sociocientíficas visa favorecer o desenvolvimento das capacidades argumentativas dos estudantes a respeito das implicações sociais, ambientais, éticas, econômicas, entre outras, do desenvolvimento científico e tecnológico.

Nosso foco na argumentação por analogia se justifica pois, acreditamos que o fomento a ambientes argumentativos a partir da criação de analogias pelos estudantes possa desenvolver ambientes de aprendizagem que viabilizam as relações entre os novos conceitos e algo já familiar por meio desse tipo de comunicação. Tais relações podem propiciar a atribuição de significados aos conceitos científicos por meio das abstrações e inferências que possibilitam àquele que raciocina analogicamente (MOZZER; JUSTI, 2015).

ESCOLHA DO TEMA

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) um ensino de qualidade busca selecionar temas relevantes para os estudantes como aqueles ligados ao meio ambiente, à visão do Universo, à saúde e à transformação científico-tecnológica do mundo, bem como à compreensão do que são a ciência e a tecnologia. Ao estudar diferentes temas como esses, os estudantes precisam ter oportunidades de conhecer as bases lógicas e culturais que apoiam as explicações científicas, bem como de discutir as implicações éticas e os alcances dessas explicações na formulação de visões de mundo.

Pensando no contexto da região central do estado de Minas Gerais, que é cercada por empresas mineradoras, entre elas a VALE e a SAMARCO, escolhemos abordar o tema “Implicações da mineração para a sociedade”, pois trata-se de um assunto bastante polêmico, o qual envolve diferentes dimensões como a científica, a política, a social e a ambiental, cuja discussão é de extrema importância para que a população conheça as implicações da implementação de uma empresa mineradora e se posicione criticamente a respeito.

Segundo pesquisas como as realizadas pelos autores Nriagu e Pacyna, 1988; Esteves, 1998; Jordão, Pereira *et al.*, 1999 e Ramalho, Sobrinhos *et al.*, 2000, atualmente, a principal fonte de contaminação das águas de rios é a indústria, com seus despejos de resíduos ricos em metais pesados. No caso dos processos da mineração, as empresas utilizam as barragens para reter os rejeitos. Contudo, esse método não é tão seguro, porque as barragens podem se romper, como ocorreu em 2015, no maior desastre ambiental envolvendo uma das empresas de mineração da região. Isso evidencia a importância de que os estudantes desenvolvam conhecimentos aprofundados sobre as implicações dessas atividades para a sociedade, as quais vão desde a geração de empregos, desenvolvimento bens e tecnologias até os possíveis impactos ambientais delas decorrentes.

De acordo com o documento “Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio” (2002), o Ensino de Química deve desenvolver no estudante a capacidade de avaliar e compreender as tecnologias produzidas por esta ciência sob o ponto de vista ético, para o exercício da cidadania com respeito, responsabilidade e integridade. Assim, ensino de Ciências como a Química deve promover informações e habilidades para que o estudante possa argumentar sobre o seu ponto de vista com maior clareza frente ao debate de questões sociocientíficas, distanciando-o de um mero reprodutor de ideias.

O debate é fundamental para a formação crítica do cidadão, devido ao contexto argumentativo que o mesmo pressupõe. Isso porque a argumentação é uma atividade social discursiva, tendo como objetivo último promover mudanças nas representações dos participantes sobre o tema discutido (DE CHIARO E LEITÃO, 2005).

CONHECIMENTOS IMPORTANTES

É importante que os estudantes tenham conhecimentos sobre átomos, estejam familiarizados com a tabela periódica e tenham noções básicas sobre os conceitos de dissolução e concentração.

É necessário o conhecimento dos estudantes sobre átomos e tabela periódica para que as discussões envolvendo metais pesados possam fluir de maneira que eles compreendam os conteúdos trabalhados. Por exemplo, quando o professor for explicar as definições científicas de metal pesado, ele poderá fazer uso da tabela periódica para chamar a atenção dos estudantes para átomos como o mercúrio e discutir algumas de suas propriedades em comparação com os demais.

Já no caso dos conceitos de dissolução, dispersão e concentração, estes são fundamentais para que os estudantes compreendam que a contaminação depende da concentração do poluente no meio, ou seja, para que se possa considerar que algo é poluente, ele deve estar em uma concentração que altere o ecossistema. Além disso, muitas vezes, esse poluente encontra-se dissolvido ou disperso na água.



ARGUMENTAÇÃO POR ANALOGIA E QSC: JUSTIFICATIVAS

Este trabalho apresenta uma proposta de Sequência Didática (SD) de onze aulas elaboradas em torno da discussão de uma Questão Sociocientífica (QSC) sobre as implicações da mineração para a sociedade, na qual buscamos promover um contexto argumentativo onde a linguagem analógica funcione como recurso para a elaboração de argumentos e de significados em sala de aula.

As analogias são ferramentas de pensamento úteis no ensino e aprendizagem de Ciências como a Química, no qual inúmeros fenômenos abstratos e não familiares aos estudantes são abordados. Elas podem ser definidas como comparações que propiciam o estabelecimento de relações entre um domínio familiar, denominado base e outro pouco familiar ou não familiar denominado alvo (GENTNER, 1983; GLYNN, 1991; HOLYOAK; THAGARD, 1995 apud MOZZER; JUSTI, 2015).

Mozzer e Justi (2015) ressaltam que recorrer ao familiar para entender e explicar o não familiar é inerente à cognição humana. As analogias funcionam como artefato de linguagem, pois por meio delas, os estudantes expressam ideias, conceitos ou fenômenos da forma como são compreendidos por eles. Mas, também funcionam como artefato de pensamento, já que através delas eles têm a oportunidade de buscar conexões entre o já conhecido e o desconhecido, na tentativa de desenvolver entendimentos e solucionar problemas.

Diante disso, consideramos como Mozzer e Justi (2018), ser importante explorar o potencial das analogias no Ensino de Ciências por meio da inserção dos estudantes em atividades de produção de conhecimento curricular similares aos processos de produção de conhecimento na Ciência. Isso justifica a proposição de atividades dessa natureza na SD que consta neste material, planejadas para que os estudantes trabalhem em grupo e com auxílio do professor e para que propiciem um contexto de argumentação por analogia.

Em nossa proposta, as analogias poderão desempenhar ambas as funções identificadas por Andrade (2018). A função de artefato de linguagem poderá ser exercida, por exemplo, durante a elaboração de argumentos por analogias com os pares e durante o processo de socialização desses argumentos com a turma, momentos em que terão a oportunidade de se posicionar e justificar suas comparações, criticar as comparações elaboradas pelos pares e as suas, reconhecendo o poder explicativo e as limitações dessas comparações. Já a função de artefato de pensamento poderá ser observada quando, por exemplo, os estudantes buscarem

evidências para sustentar as similaridades estabelecidas entre os domínios comparados e utilizarem essas similaridades para justificar e defender suas ideias.

Na abordagem de QSC essas funções das analogias podem ser potencializadas através de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais referentes à ciência e à tecnologia, como tem sido indicada em currículos com foco em Ciência Tecnologia e Sociedade – CTS (SANTOS; MORTIMER, 2000). Essas questões apresentam algumas características como, por exemplo, tratar das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social (ROBERTS, 1991).

Jiménez-Aleixandre (2010) aponta que as questões sociocientíficas podem favorecer a criação de um ambiente que permite o engajamento dos estudantes em processos de análise, tomada de decisão, argumentação, além de possibilitar uma compreensão de conhecimentos científicos e sobre ciência, o que é coerente com o objetivo de formar cidadãos críticos, reflexivos e alfabetizados cientificamente.

Levando esses aspectos em consideração, escolhemos abordar a questão sociocientífica relacionada às implicações da mineração para a sociedade, uma vez que o contexto da região central do Estado de Minas Gerais é cercado por empresas mineradoras, entre elas VALE e a SAMARCO. Além disso, muitos dos estudantes da região são afetados direta ou indiretamente pela atividade mineradora. Neste sentido, acreditamos que as discussões sobre essa QSC pode possibilitar a inserção dos estudantes em um contexto que favorece a argumentação (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010), pois, trata-se de uma questão controversa de sua realidade, cuja discussão pode favorecer a análise da consistência dos argumentos e das evidências apresentadas, e o posicionamento dos mesmos frente àquela questão.

Como mencionado, segundo Jiménez-Aleixandre (2008), a argumentação pode desempenhar um papel importante na aprendizagem de conceitos científicos e desenvolvimento de ideias sobre natureza da ciência, além de ser um recurso com potencial para o estudante avaliar o conhecimento. Portanto, espera-se, que as atividades que compõe essa SD contribuam tanto para o desenvolvimento das habilidades argumentativas quanto para o pensamento crítico dos estudantes com relação à questão problema apresentada.

PLANEJAMENTO GERAL DAS AULAS

Foram planejadas 11 aulas de 50 minutos cada. Todavia, o número de aulas e o tempo planejado para cada atividade poderá ser reorganizado pelo professor, conforme o engajamento e as demandas da turma e o calendário escolar.

No início de cada aula é disponibilizada uma tabela de eventos com a proposição de distribuição do tempo para a realização das atividades da SD. Porém, essa tabela é apenas uma sugestão, caso o professor necessite, ele pode alterá-la de acordo com o que achar conveniente.

AULA 1- Introdução à argumentação por analogia

Ao longo das atividades os estudantes irão construir argumentos, especialmente argumentos por analogia, embasados em textos teóricos e vídeos relacionados ao tema, a fim de contribuir para a emissão de posicionamentos críticos ao longo das discussões propostas.

Tabela 1 de eventos:

Evento	Tempo programado
Organização da sala e discussão de aspectos referentes às analogias através do exemplo	15 minutos
Leitura do texto sobre patentes	15 minutos
Leitura dos argumentos contra e a favor das patentes e discussão comentada dos quadros 4 e 5 de mapeamentos dos argumentos por analogia	20 minutos

Objetivos

Esta aula visa introduzir aspectos referentes às analogias a fim de auxiliar os estudantes a compreender o argumento por analogia. Para isso, o professor poderá discutir

com os estudantes o exemplo desse tipo de comparação e a partir disto apresentar os mapeamentos dos argumentos por analogia.

Orientações para o professor:


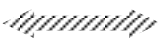
Geralmente, uma atividade argumentativa envolve temas polêmicos e controversos que promovem discussões e debates entre indivíduos com diferentes pontos de vista. Assim, faz-se necessário introduzir os estudantes nesse processo, de forma que eles aprendam a diferenciar o que de fato é um argumento da emissão de meras opiniões.

Para isso, o professor poderá introduzir essa aula situando os estudantes sobre o que será realizado para que não imaginem que estão sendo propostas atividades completamente desconectadas umas das outras. Por exemplo: “Para aprendermos um pouco sobre argumentação, antes de iniciarmos a discussão de nossa questão-problema central sobre a implementação da atividade mineradora na cidade de Ósmio, nós vamos tentar responder uma outra questão: *Você é contra ou a favor das patentes de medicamentos?*”

Para a compreensão do argumento por analogia, é importante inicialmente que o professor explique para os estudantes que nem toda comparação é considerada uma analogia. Recomenda-se que o professor não trabalhe os demais tipos de comparações já que o foco principal das atividades é nas analogias, mas, caso ele sinta necessidade de reforçar a diferença entre elas ele pode fazê-la. Nesse caso, é essencial diferenciar as analogias de comparações de mera aparência e de similaridade literal. Dessa maneira, poderão ser discutidos exemplos desses três tipos de comparações como os que constam nos quadros 1, 2 e 3 a seguir.




Sugere-se que para a discussão dos exemplos dos quadros (1 a 5) abaixo, o professor divida a turma em quatro grupos (2 grupos a favor e 2 grupos contra as patentes). Para isso, aconselha-se que o professor possibilite que os estudantes escolham se irão argumentar a favor ou contra, para que eles tenham um entusiasmo maior na hora de construir seus argumentos na próxima aula.

Quadro 1: Exemplo de comparação de mera aparência

Análogo (Dissolução do sal)	Correspondência¹⁵	Alvo (Dissolução do açúcar)
O sal “desaparece” na água.		O açúcar “desaparece” na água.
Forma-se uma solução líquida.		Forma-se uma solução líquida.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O gosto da solução com açúcar é diferente do gosto da solução com sal. ▪ A solução com sal é mais turva que a solução com açúcar. 		

Fonte: MOZZER; JUSTI, 2015.

Quadro 2: Exemplo de comparação de similaridade literal



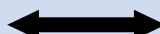
Análogo (Dissolução do sal)	Correspondência	Alvo (Dissolução do açúcar)
O sal “desaparece” na água.		O açúcar “desaparece” na água.
Forma-se uma solução líquida.		Forma-se uma solução líquida.
A interação sal-água é mais intensa do que as interações sal-sal e água-água.		A interação açúcar-água é mais intensa do que as interações açúcar-açúcar e água-água.
Limitações		
<p>A interação intermolecular que acontece entre sal-água é íon- dipolo, já entre as moléculas de açúcar-água ocorre interações intermoleculares de ligação de hidrogênio.</p>		

Fonte: MOZZER; JUSTI, 2015.

Quadro 3: Exemplo de analogia estabelecida entre a energia de ativação e o carro conduzido no morro.

Análogo (Carro conduzido no morro)	Correspondência	Alvo (Energia de ativação na reação)
---	------------------------	---

¹⁵ As correspondências de relações são representadas com setas duplas preenchidas e as correspondências de atributos com setas com hachuras para diferenciar essas correspondências.

Altura do morro.		Altura da barreira de energia.
Condução de um carro pelo morro.		Transposição da barreira de energia pelos reagentes.
É mais difícil conduzir o carro em morro acentuado.		É mais difícil reagentes se transformarem em produtos quando a barreira energética é grande.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enquanto existe somente um carro, existe uma enorme quantidade de partículas de reagentes. ▪ Carros se movimentam muito lentamente se comparados com às partículas submicroscópicas. ▪ Carros mantêm as características químicas de sua estrutura ao transporem o morro, enquanto reagentes se transformam em novas substâncias (produtos). 		

Fonte: MOZZER; JUSTI, 2015.

Se o professor optar por discutir os demais tipos de comparações, é necessário falar com os estudantes que as comparações de mera aparência são aquelas que o mapeamento é realizado, exclusivamente, a partir de correspondências de atributos de objetos (propriedades descritivas) (GENTNER, 1983; 1989). No exemplo do quadro 1 é apresentado o esquema de mapeamento na comparação de mera aparência estabelecida entre a dissolução do açúcar e a dissolução do sal em água. Nessa comparação somente o desaparecimento do soluto e a formação da solução líquida são colocados em correspondência.

Outro tipo de comparação que pode ser discutida com os estudantes são as similaridades literais. Estas são estabelecidas quando tanto predicados relacionais quanto atributos de objetos são mapeados (GENTNER, 1983; 1989). No exemplo do quadro 2 é representado o mapeamento na similaridade literal estabelecida entre a dissolução do açúcar e a dissolução do sal em água. Nesse caso, temos a comparação entre a dissolução do açúcar e a dissolução do sal em água, na qual são mapeados atributos como o “desaparecimento” do soluto e a formação de uma solução líquida e relações como o balanço das interações em ambos os sistemas.

E por último, é importante que o professor esclareça que as analogias são aquelas comparações em que o conceito ou situação familiar (análogo) partilha apenas *relações de*

similaridade com o conceito a ser ensinado (alvo). No exemplo do quadro 3 é explicitado o mapeamento da analogia estabelecida entre a energia de ativação e o carro conduzido no morro.

Além das semelhanças, as limitações de uma comparação (aspectos do análogo e do alvo que não devem ser comparados) também precisam ser explicitadas e discutidas com os estudantes. No exemplo do quadro 3, algumas das limitações da analogia que poderiam ser discutidas com os estudantes são: (i) enquanto existe somente um carro, existe uma enorme quantidade de partículas de reagentes, (ii) carros se movimentam muito lentamente se comparados com às partículas submicroscópicas e (iii) carros mantêm as características químicas de sua estrutura ao transporem o morro, enquanto reagentes se transformam em novas substâncias (produtos).

A discussão das similaridades e das limitações da comparação são importantes a fim de possibilitar aos estudantes uma melhor compreensão (1) do que são relações de similaridade; (2) do limite de validade daquilo que é comparável entre domínios e (3) dos aspectos do domínio alvo abordados nas comparações. Após esses esclarecimentos, recomenda-se que o professor conduza os estudantes a elaborarem a terceira relação de similaridade no quadro 3. Assim, o professor poderá inferir o alvo em suas orientações de maneira a levar os estudantes a proporem o análogo e as limitações das comparações.

Posteriormente, é importante que o professor realize uma discussão sobre o que é patentes com os estudantes, pois esse conceito pode não ser totalmente claro para eles. Para isso, o professor poderá utilizar o texto abaixo ou outro material que achar conveniente.

O que é uma patente?

Patente é um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Em contrapartida, o inventor se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente.

Prós e contras sobre as patentes de fármacos

Alguns afirmam que a falta de recompensa ao esforço inventivo pode levar ao subinvestimento em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D). Assim, como a

indústria farmacêutica se caracteriza pelo modelo de busca da lucratividade, os investimentos em P&D têm por objetivo ganho de competitividade frente a produtos estabelecidos no mercado. Considerando-se o alto nível de incerteza envolvido na P&D de novos fármacos, a ausência de patentes possibilitaria que outras empresas se apropriassem do conhecimento desenvolvido, participando dos lucros na comercialização do produto sem arcar com o ônus de seu desenvolvimento, uma vez que os custos elevados de pesquisa se contrapõem a custos variáveis de produção relativamente baixos. Nesse sentido, a proteção patentearia pode ser vista como uma forma de conceder exclusividade à empresa que introduzir produtos inovadores no mercado e, portanto, incentivar a atividade inventiva. Além disso, ainda alega-se que o índice de perda entre projetos iniciados e medicamentos aprovados para comercialização é alto. São poucas as moléculas desenvolvidas que passam para a fase de testes clínicos e, depois, chegam a ser comercializadas. Essa incerteza prevalece também sobre a receptividade do mercado, já que estudos mostram que apenas 30% dos medicamentos conseguem recuperar o investimento realizado. No que tange ao abandono de projetos, explicam que esse fato está relacionado a uma perspectiva ruim de vendas, sendo que as empresas preferem concentrar desfavorecidos. Medicamentos que lideram as vendas no mercado (blockbuster drugs) e não obrigatoriamente orientam a pesquisa conforme as necessidades identificadas para tratamentos de saúde. Em contrapartida, a exclusividade de mercado, a concentração das vendas a um número reduzido de empresas e a baixa substitutibilidade entre produtos farmacêuticos de diferentes classes terapêuticas permitem a prática de preços excessivos. Como a patente farmacêutica veda a entrada de medicamentos genéricos no mercado durante o período em que vigora a proteção, a concorrência fica limitada à existência de equivalentes terapêuticos. Quando da ausência de substitutos, medicamentos inovadores tendem a apresentar preços elevados. Portanto, dependendo do poder de compra de uma determinada população, assim como do volume do orçamento destinado a programas públicos de saúde, medicamentos essenciais mais caros podem permanecer inacessíveis por um longo período de tempo. Evidencia-se, portanto, um forte desequilíbrio entre interesses industriais, devidamente protegidos no atual regime da propriedade intelectual, e interesses sociais, como a promoção

da saúde pública, que, em vista do preço de medicamentos, encontra-se fortemente fragilizada no caso dos países economicamente desfavorecidos.



Uma vez que o mapeamento explícito das similaridades entre os domínios comparados é fundamental nas situações argumentativas envolvendo argumentos por analogia o professor poderá criar novas oportunidades de discussão com os alunos das correspondências de similaridade a partir da leitura dos argumentos a favor e contra as patentes e discussão dos mapeamentos dos argumentos por analogia presentes nos quadros 27 e 28 apresentados a seguir. Nesse momento o professor pode oferecer aos alunos a possibilidade de elaborarem outras relações de similaridade.

Argumento a favor: Eu sou a favor do patenteamento dos medicamentos, pois se não fosse pela criação dos direitos patentários, certamente um grande número de medicamentos hoje existente não teriam sido inventados, pois não haveria qualquer incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento que são atividades extremamente caras, demoradas e de resultados imprevisíveis.

Assim como os direitos autorais, a função da patente é dar o devido crédito e incentivo aos criadores de novas tecnologias, além de proteger o novo produto de pessoas que possam colocá-lo no mercado a preços mais baixos do que o aquele que realmente vale. O preço mais baixo é possível porque o plágio é muito mais barato de ser feito, já que não tem custo nenhum com pesquisa e desenvolvimento. Assim, para um inventor, é indispensável que seu produto seja patenteado antes da divulgação, evitando assim as cópias. Você acha justo uma pessoa pesquisar, ter muito trabalho e gastos para descobrir algo e depois vir outra pessoa e copiar sua invenção com gastos e trabalho menores?

Em defesa das patentes farmacêuticas, a *Pharmaceutical Research and Manufacturers of America* (PhRMA, Estados Unidos) argumenta que o custo médio para o lançamento de um novo medicamento pode atingir 800 milhões de dólares, sendo que todo o processo, desde a descoberta da molécula, a realização de testes pré-clínicos e clínicos à entrada de um medicamento no mercado, pode levar entre 10 e 15 anos. Ademais, alega-se que o índice de perda entre projetos iniciados e medicamentos aprovados para comercialização é alto. São poucas as moléculas desenvolvidas que passam para a fase de testes clínicos e depois chegam a ser comercializadas. Essa incerteza prevalece também sobre a receptividade do mercado, uma vez que estudos mostram que apenas 30% dos medicamentos conseguem recuperar o investimento realizado (MEINERS, 2008).

Quadro 4: Quadro de mapeamento da analogia a favor das patentes

Análogo (livros)	Correspondência	Alvo (remédios)
Tirar vantagem na reprodução de um livro sem licença.		Tirar vantagem na venda de fármacos não patenteados.
O processo criativo da escrita e os serviços de editoração, gráfica e divulgação de um novo livro são caros, demorados e de resultados imprevisíveis.		P&D de novos fármacos são atividades caras, demoradas e de resultados imprevisíveis.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A necessidade da população por remédios é muito maior do que a por livros, já que envolve questões de saúde. 		



Argumento contra: Eu sou contra o patenteamento de medicamentos, pois os preços dos medicamentos, são fortemente impactados pelas patentes, que garantem monopólio de exploração por 20 anos, impedindo a produção de genéricos e dificultando assim a viabilidade de políticas públicas de acesso a medicamentos. Imagine se seu parente, com uma condição financeira difícil, precisasse de medicamentos de alto custo. Você acharia justo pagar um preço elevado ou até mesmo ficar sem o remédio?

A exclusividade de mercado, a concentração das vendas a um número reduzido de empresas e a baixa substitutibilidade entre produtos farmacêuticos de diferentes classes terapêuticas permitem a prática de preços excessivos. Como a patente farmacêutica veda a entrada de medicamentos genéricos no mercado, durante o período em que vigora a proteção, a concorrência fica limitada à existência de equivalentes terapêuticos. Quando da ausência de substitutos, medicamentos inovadores tendem a apresentar preços elevados.

Portanto, dependendo do poder de compra de uma determinada população, assim como do volume do orçamento destinado a programas públicos de saúde, medicamentos essenciais mais caros podem permanecer inacessíveis por um longo período de tempo em detrimento de pessoas que necessitam de tratamento. Evidencia-se, portanto, um forte desequilíbrio entre interesses industriais, devidamente protegidos no atual regime da propriedade intelectual, e interesses sociais, como a promoção da saúde pública, que, em vista

do preço de medicamentos, encontra-se fortemente fragilizada no caso dos países economicamente desfavorecidos (MEINERS, 2008).

Quadro 5: Quadro de mapeamento da analogia contra as patentes

Análogo (supermercados)	Correspondência	Alvo (remédios genéricos)
A desmonopolização de supermercados promove uma maior variedade de preços dos produtos comercializados.		A produção de genéricos permite a venda de medicamentos com preços variados, tornando-os mais acessíveis.
A variedade de supermercados pode evitar a desnutrição e até a morte de pessoas por falta de uma alimentação adequada.		A comercialização de genéricos pode evitar o agravamento de doenças e até a morte de pessoas por falta de medicamento.

Limitações
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A alimentação pode ser preventiva de doenças já os medicamentos podem ser curativos.

Material complementar para o professor:

Discutindo um pouco sobre argumentação por analogia...

Para que a discussão a respeito do uso de analogias como recurso argumentativo possa ser coerente, é necessário que antes nos concentremos no contexto da argumentação na sala de aula. Diante disso, citamos Driver e Osborne (1999) que afirmam que a argumentação é central no desenvolvimento dos conhecimentos científicos. Sendo a ciência o produto de uma comunidade e as novas descobertas publicadas somente após serem revisadas e avaliadas por especialistas dessa comunidade, a argumentação se faz presente. A comunidade científica precisa ser convencida sobre a validade do argumento defendido e isso se faz pela avaliação das evidências e justificativas que dão suporte ao mesmo. Por isso, entende-se que a

argumentação faz parte da construção do conhecimento científico, então não deve-se ignorá-la nas aulas quando pretende-se que os estudantes compreendam ciência e sobre ciência.

De acordo com Mendonça (2011), a argumentação consiste no ato de argumentar, que envolve reunir vários argumentos que tem como objetivo chegar a uma conclusão e convencer alguém de algo. Esses podem ser manifestados de forma oral ou escrita, quando objetiva-se defender o ponto de vista nas mais diversas situações. Porém, argumentos se diferem de meras opiniões, pois podem incluir múltiplas justificativas de diversas naturezas e são suportados por evidências (DUSCHL, 2008; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE & PEREIRO MUÑOZ, 2002; SANDOVAL & MILLWOOD, 2008).

Segundo Leitão (2000), embora o confronto entre argumento e contra- argumento¹⁶ não garanta mudança no ponto de vista, o processo é pré-requisito fundamental para que mudanças de perspectiva possam ocorrer, ou seja, para que ocorra mudanças nas concepções dos indivíduos sobre os assuntos discutidos. Isso que confere à argumentação um potencial único em relação aos tipos de discurso, pois esta desencadeia nos participantes, uma análise e avaliação de suas perspectivas em relação ao mundo, físico ou social. *O confronto entre a posição defendida pelo proponente de um argumento e dúvidas, pontos de vista alternativos e contra-argumentos, levantados por um oponente, instiga o primeiro a análise de suas posições diante das perspectivas contrárias trazidas pelo segundo.*

Altarugio *et al.* (2010) afirmam que práticas envolvendo o debate são pouco comuns em aulas de ciências. De acordo com esses autores, abrir espaço para exposição e a discussão de ideias pode contribuir não apenas para a apropriação da linguagem e dos conceitos científicos por parte dos estudantes, mas também podem fornecer elementos para os professores compreenderem como esses processos acontecem.

Ainda segundo Altarugio *et al.* (2010) em aulas que envolvem debate, o estudante precisa sair de uma posição de passividade, de mero espectador do processo e de dependência do professor, para uma posição mais ativa de participação. Nesse tipo de aula o educador, por

¹⁶ De acordo com Kuhn (1991), um contra-argumento é um argumento que apresenta um ponto em que outro argumento é falho ou pode ser falsificado por meio de evidências. Shelley (2004), por sua vez, conceitua o contra-argumento como aquele que apresenta uma conclusão que é contrária à do argumento original que sofre ataque. As duas definições não são contrárias, uma vez que as duas têm em comum a tentativa de diminuir a credibilidade de um ponto de vista, mas as duas se diferem no que diz respeito ao processo em que o raciocínio argumentativo ocorre. Kuhn (1991) analisa o processo a partir de uma perspectiva individual, já Shelley investiga a contra-argumentação por meio da perspectiva social.

sua vez, deverá dispor de atenção e de criatividade para gerenciar os imprevistos que podem aparecer principalmente naquelas que envolvem a atividade de júri-simulado.

Considerando-se estes os pressupostos para a criação de ambientes argumentativos nas salas de aula de Ciências, acreditamos que o fomento à elaboração de argumentos por analogia pelos estudantes guiados pelo professor, possa ser uma das práticas favoráveis à ascensão desses ambientes. Isso devido à dupla função das analogias mencionadas anteriormente: *artefatos de linguagem e de pensamento*. Essas funções de acordo com Mozzer e Justi (2018) se fazem presentes quando as analogias são usadas em processos de criação, crítica e revisão, nos quais podem auxiliar os estudantes na construção de conhecimentos de ciências, uma vez que aquele que raciocina analogicamente busca ou cria relações na tentativa de gerar e/ou ampliar o seu conhecimento sobre o domínio alvo e de comunicar e negociar suas ideias.

Apesar de o estabelecimento de comparações ser uma prática inerente ao pensamento humano, a situação é totalmente diferente quando se trata do estabelecimento de analogias com objetivos didáticos. Nesta situação, o processo necessita ser guiado para garantir que a avaliação das comparações, algo que os estudantes não realizam espontaneamente, seja promovida (MOZZER; JUSTI, 2018). Esse processo de avaliação pode ser facilitado pelo uso de questionamentos como os apontados na próxima aula, dentre os quais podemos incluir as questões críticas de Walton.

Segundo Ibraim, Mendonça e Justi (2013), Jimenéz-Aleixandre e Pereiro-Munõz (2002) e Duschl e colaboradores (DUSCHL; ELLENBOGEN; ERDURAN, 1999; DUSCHL, 2008) são os precursores do uso dos esquemas de argumentação propostos por Walton. Esses pesquisadores ressaltam que a ferramenta de Walton se mostra interessante, principalmente, porque possibilitam um exame minucioso do discurso argumentativo no ensino de Ciências, evidenciando que afirmações frequentemente fazem “apelos” para proposições específicas como apelos para autoridade ou para analogia.

A proposta de argumentação de Walton se fundamenta, principalmente, no raciocínio “presuntivo” e no raciocínio “falsificável” ou “anulável”. No raciocínio presuntivo, a avaliação do argumento se baseia na plausibilidade da conclusão em relação ao balanço das evidências diante das possíveis resoluções. A conclusão é um tipo de pressuposição, sujeita à desistência caso novas informações que minem essa conclusão estejam disponíveis no processo. Em outras palavras, esse tipo de raciocínio propicia a elaboração de inferências a partir de uma evidência, o que permite que dados desconhecidos sejam presumidos e que

conclusões sejam formuladas. O raciocínio falsificável ou anulável resulta que a conclusão é retirada de um conjunto de dados válidos, mas que pode ser alterada ou abandonada caso esses dados se tornem falhos para sustentar aquela conclusão (WALTON *et al.*, 2008 apud IBRAIM *et al.*, 2013). Observamos a manifestação do raciocínio anulável, por exemplo, no esquema argumentativo de gradualismo (“Tem-se um vaso de material brilhante, que é um sólido e é maleável. Portanto, é plausível presumir que o material seja metálico”) (WALTON *et al.*, 2008, p. 328).

Para uma análise do argumento plausível presente no raciocínio presuntivo, Walton identificou vinte e cinco esquemas, estando entre esses o argumento por analogia (CORREA *et al.*, 2010). Esses esquemas de argumento presuntivos ou plausíveis são estruturas ou formas de argumento (estruturas de inferência), os quais são ‘normativamente atrelados a tipos de raciocínio’ e que são mais bem vistos como ‘movimentos ou atos de fala’ em diálogos (WALTON, 1999, 2008 apud CORREA *et al.*, 2010).

Eles são ‘normativamente atrelados’ pois, ao aceitar premissas organizadas em um esquema genuíno, apropriado para o diálogo em processo, alguém é capaz de aceitar a conclusão tirada deles, quando as questões críticas apropriadas àqueles esquemas foram respondidas satisfatoriamente (BLAIR, 2001 apud CORREA *et al.*, 2010). Estas são questões que podem ser feitas ou suposições que são mantidas, pelas quais um argumento não dedutivo pode ser julgado bom ou falacioso (mais detalhes sobre as questões críticas são dadas na orientações para o professor da próxima aula). Um argumento é julgado falacioso quando usado de maneira tal que impeça os objetivos do diálogo (WALTON, 2008 apud CORREA *et al.*, 2010).

A intenção do esquema de argumento é mudar o ônus da prova. O êxito dessa tarefa depende se o esquema é válido para a situação do seu uso e se um conjunto de questões críticas relacionadas a esse esquema foram respondidas. Logo, a *combinação dos esquemas de argumento com as questões críticas é usada para analisar um dado argumento em um caso particular em relação ao contexto de diálogo no qual o argumento ocorre*. Avalia-se o peso de evidência no caso em que o argumento foi usado e se todas as premissas forem apoiadas por algum peso de evidência, então, aquele peso da aceitabilidade é deslocado em direção à conclusão (CORREA *et al.*, 2010).

Neste trabalho propomos situações argumentativas para que os estudantes elaborem argumentos por analogia e avaliem os mesmos em discussão com os pares e o professor a partir de questões críticas.

Discutindo um pouco mais sobre a abordagem de QSC no ensino de Ciências...

Algumas pesquisas apontam várias vantagens de se trabalhar com a argumentação em contextos sociocientíficos, a fim de contribuir para a formação de indivíduos cientificamente letrados.

Atualmente é uma necessidade alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia, Santos (2002) ressalta que esse letramento é possível através de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais. Porém, esse letramento não se refere a mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas em discutir as representações que possibilitam ao cidadão agir, ser capaz de tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (FOUREZ, 1995).

De acordo com Sadler (2011), o papel da educação científica é favorecer o desenvolvimento de cidadãos preparados para engajar de maneira consciente nos discursos da sociedade moderna. Esta perspectiva sugere, portanto, que indivíduos cientificamente letrados devem ser capazes de confrontar, negociar e tomar decisões em situações cotidianas que envolvem a ciência.

No contexto de ensino de Ciências, com o propósito de favorecer a participação ativa nas discussões e construção de conhecimentos pelos alunos, o uso de questões que sejam interessantes para os estudantes tende a ter grande potencial. Nessa perspectiva, as questões sociocientíficas surgem como uma possibilidade. Essas questões envolvem problemas em aberto, sem soluções certas, e como são controversas possibilitam múltiplas soluções e pontos de vista plausíveis. Contudo, tais soluções não podem ser exclusivamente sustentadas por princípios científicos, mas, também devem ser informadas por aspectos políticos, econômicos, sociais, éticos (SADLER, 2011).

Assim, conforme destaca Jiménez- Aleixandre (2010), na abordagem de dilemas sociocientíficos as implicações sociais, éticas, políticas e ambientais precisam ser consideradas. No que se refere a isso, a autora explica os diferentes campos e suas implicações:

Dimensões sociais: afetam as estruturas sociais como, por exemplo, a economia, consumo, bem estar. Como exemplo, a queda nos preços do açúcar, que teve como consequência o desemprego na usina de açúcar no México.

Dimensões éticas: Avaliações que afetam o plano padrão, ou seja, o que é considerado aceitável ou não. Um exemplo se refere ao consenso sobre aceitar as pesquisas sobre clonagem.

Dimensões políticas: afetam a organização dos direitos e liberdade das pessoas, se sobrepondo às dimensões sociais e éticas. Um exemplo disso são as regulações de acesso aos recursos biológicos que buscam evitar a biopirataria.

Dimensões ambientais: afetam a proteção e melhoria do meio ambiente e recursos naturais, por exemplo, em relação à ecologia, preocupa-se mais com a preservação de uma paisagem devido suas qualidades estéticas do que com a biodiversidade que existe.

Ademais, a abordagem baseada em QSC têm como objetivo permitir aos estudantes o desenvolvimento cognitivo, moral e pessoal, de forma a torná-los capazes de analisar, avaliar, saber extrair informações e tomarem decisões ao trabalharem com problemas autênticos, ou seja, problemas do contexto da vida real (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010).

De acordo com Santos (2002), para o alcance desses objetivos, é primordial a escolha de temas que envolvem questões sociais relativas à ciência e tecnologia e que estejam relacionadas à vida dos alunos, pois é fundamental que no decorrer dessas atividades, os indivíduos consigam discutir diferentes pontos de vista sobre a questão envolvida na busca da construção coletiva de possíveis alternativas de solução.

Assim, acreditamos que seja relevante em uma proposta de educação científica, além do entendimento de conceitos científicos, a discussão de questões sociocientíficas, que pode ser desenvolvida através de atividades e debates sobre valores e aspectos ambientais, sociais, políticos e éticos a fim de propiciar o pensamento crítico dos alunos que, dessa forma, poderá instruí-los para uma melhor participação na sociedade.

AULA 2- Construção e socialização dos argumentos por analogia

Tabela 2 de eventos:

Evento	Tempo programado
Organização da sala e direcionamento da construção de argumentos por analogia (prós e contra patentes) através da discussão e proposição de questões críticas	25 minutos
Momento de socialização dos argumentos elaborados pelos alunos	20 minutos

Objetivos

Esta aula tem como objetivo discutir um pouco mais sobre o argumento por analogia de Walton (2005) e auxiliar os estudantes a construir os argumentos por analogia. Para isso, o professor poderá apresentar aos estudantes o exemplo e a partir deste discutir elementos que integram o esquema do argumento por analogia e o próprio processo de elaboração e defesa de argumentos fundamentados em evidências e justificativas.

Orientações para o professor:

Acreditamos que o esquema argumentativo por analogia de Walton (2005) poderá fornecer subsídios para que o professor possa fomentar de maneira mais consciente situações de discussão crítica nas atividades propostas. Isso porque esse esquema em associação com as questões críticas pode ser usado para avaliar se o argumento ocorre em um determinado contexto de diálogo e também para que os próprios alunos possam avaliar a qualidade de seus argumentos.

As questões críticas de Walton são questionamentos que podem ser feitos pelo professor com intuito de possibilitar que os estudantes verifiquem as possíveis falhas ou possibilidades de refutação de sua linha de pensamento e também de seu oponente e, se necessário, reformulem o argumento ou raciocínio (WALTON, 2008).

Para que esse subsídio seja possível, será importante que o professor utilize questões associadas ao esquema argumentativo, de forma a incentivar os estudantes a avaliarem seus raciocínios argumentativos. Um exemplo disso é a discussão das limitações da analogia, ou seja, o que não pode ser comparado entre o alvo e o análogo.

Após a discussão dos exemplos dos quadros (1 a 5) na aula anterior, sugere-se que o professor direcione os grupos a construir seus próprios argumentos por analogia de acordo e defenderem sua posição perante os colegas com base nesses argumentos.

Durante o evento, aconselha-se que o professor acompanhe os grupos questionando se todos estão de acordo com o argumento analógico exposto ou se algum dos estudantes apresenta uma ideia diferente do grupo. Nesse momento, considera-se essencial que o professor faça questionamentos para identificar quais foram os elementos que fundamentaram a escolha dos argumentos analógicos propostos pelos estudantes e as relações de similaridade estabelecidas por eles entre os domínios comparados. Para isso, o professor pode fazer

perguntas do tipo: “Para realizar essa comparação em que vocês se basearam?”; “Quais as relações de semelhança entre A e B?” ou “Em que sentido A e B são semelhantes?” e “A comparação que você estabeleceu esclarece e fundamenta o seu ponto de vista? Como?”; “O que não deve ser comparado entre A e B?”, entre outras. Essas perguntas são interessantes, inclusive, para estimular a discussão no grupo e também para que os estudantes identifiquem as similaridades e as diferenças entre os domínios comparados.

Esse último questionamento (“O que não deve ser comparado entre A e B?”) pode ser pensado como uma *questão crítica* de Walton (2005). Nesse caso, o professor pode usá-la para questionar os estudantes sobre possíveis diferenças entre as situações comparadas. Para uma melhor compreensão deste tipo de questão, apresentamos o esquema do argumento por analogia proposto pelo autor. Esse esquema, apresentado no quadro 6, foi elaborado a partir do exemplo de analogia mapeado no quadro 4, discutido na aula anterior. De acordo com Walton (2005), esse esquema representa o que se considera um argumento completo de uma linha de raciocínio que é constituído por premissas e conclusão. A premissa de similaridade se refere aos domínios comparados (C_1 é similar a C_2); a premissa base se refere aos aspectos do análogo identificados como similares ao alvo (A é verdadeiro (falso) no caso C_1); e a conclusão se referem aos aspectos do alvo inferidos como similares ao análogo (A é verdadeiro (falso) no caso C_2).

Jiménez- Aleixandre (2010) ressalta que argumentar consiste em ser capaz de avaliar as conclusões a partir das evidências, o que significa ser capaz de reconhecer que as conclusões devem ser justificadas, isto é, sustentadas em evidências. Segundo essa autora, o argumento é composto por três elementos básicos: conclusão (afirmativa), evidências e justificativa. A afirmativa expressa um posicionamento que pode ser defendido ou refutado a partir do uso das evidências. Evidências são informações, fatos, observações, experimentos, entre outros que são usados para avaliar um posicionamento. A partir desse processo de avaliação, as evidências podem ser utilizadas para indicar que uma posição é adequada ou não, ou ainda, que uma conclusão deve ser aceita ou abandonada. Já a justificativa é o elemento que relaciona a conclusão com a(s) evidência(s), logo, o seu papel é mostrar que tomando as evidências como ponto de partida, é legítimo ou adequado aceitar ou refutar a conclusão.

Uma vez que a correspondência entre a premissa base e a conclusão nesse esquema de Walton se referem às relações de similaridade que podem ser estabelecidas entre o análogo e o alvo em uma analogia, consideramos que as mesmas assumem um papel fundamental neste

tipo de argumento: são os fundamentos da premissa de similaridade, ou nos termos de Jiménez-Aleixandre (2010), as justificativas, que possibilitam conectar conclusão e evidências. Assim, as *relações de similaridade* entre um domínio familiar (análogo) e outro pouco conhecido ou desconhecido (alvo), que caracterizam as analogias de acordo com Gentner (1999), podem ser usadas no processo argumentativo para sustentar um argumento por analogia (ANDRADE; MOZZER, 2018).

É importante ressaltar que consideramos que o esquema de argumento por analogia de Walton apresentado aqui é uma ferramenta analítica e não didática. Por isso, nesta proposta destina-se apenas a guiar o entendimento do professor sobre esse tipo de argumento e sobre as questões críticas. Consideramos desnecessária a sua apresentação e discussão com os estudantes. Para isso, sugerimos o uso de quadros de mapeamento como os quadros 4 e 5, devido a sua maior simplicidade e pelo fato deles contemplarem, via relações de similaridade, as premissas e as conclusões do esquema.

Quadro 6: Esquema do argumento por analogia de acordo com o esquema de Walton (2005).

Premissa de similaridade (Geralmente, o caso C_1 é similar ao caso C_2)	Assim como os direitos autorais de livros, o patenteamento dá o devido crédito e incentivo aos criadores de novas tecnologias, além de proteger o novo produto de pessoas que possam colocá-lo no mercado a preços mais baixos do que aquele que realmente vale.
Premissa base (A é verdade (falso) caso C_1)	Pode-se comercializar um livro sem o mesmo custo com processo criativo da escrita e os serviços de editoração, gráfica e divulgação ao reproduzi-lo sem licença.
Conclusão (A é verdade (falso) caso C_2)	Pode-se comercializar um medicamento sem o mesmo custo com pesquisa e desenvolvimento, ao plagiar dos criadores o novo produto.

No quadro 7 são exemplificadas algumas possíveis questões críticas que poderiam ser feitas a partir do argumento representado no quadro 6, a fim de motivá-los a avaliar seus raciocínios e argumentos analógicos. Nesse quadro, A é a afirmativa de similaridade e C são as relações de similaridade. Avaliar um argumento por analogia significa avaliar a coerência das relações de similaridade frente às limitações dessa comparação, ou seja, aquilo que não deve ser comparado entre os domínios daquele argumento e os casos que representam possíveis exceções à comparação estabelecida.

Quadro 7: Exemplos de Questões críticas (Walton, 2005) para o argumento por analogia a favor da patente

1.	<p>Há diferenças entre C_1 e C_2 que minariam a força da similaridade citada?</p> <p>Por exemplo: As consequências de se manter uma patente de medicamento seriam semelhantes àquelas de se manter os direitos autorais de um livro?</p>
2.	<p>A é verdadeiro (ou falso) em C_1?</p> <p>Por exemplo: Pode-se falar de reprodução sem licença quando se pensa na atual troca de materiais (trechos de livros e livros integrais) pela internet?</p>
3.	<p>Há algum outro caso C_3 que é similar a C_1, mas no qual A é falso (verdadeiro)?</p> <p>Por exemplo: A comercialização de livros eletrônicos têm abaixado os custos de comercialização, sem prejuízo dos autores. Não existiria algum caminho viável no caso dos medicamentos?</p>

Essas questões são importantes para que, no momento em que estão envolvidos na argumentação, os estudantes examinem se eles estão considerando as possíveis falhas ou possíveis refutações de sua linha de pensamento e também de seu adversário. Isso se justifica, pois, conforme ressaltam Correa *et al.* (2010), ao assumirem compromissos com certas ideias, em outras palavras, ao se comprometerem com a defesa destas, os estudantes podem ser questionados a respeito de suas conclusões e, num processo de argumentação e contra argumentação, vivenciar a crítica e reformulação dessas ideias e significados.

Ademais, o uso de questões críticas pode ser de fundamental relevância no processo, pois, na tentativa de fornecer uma explicação ao professor, o estudante pode identificar se as relações de comparação estabelecidas são plausíveis e, caso necessário abandoná-la e estabelecer uma nova comparação.

No processo argumentativo, quando as questões críticas são respondidas de forma satisfatória, tem-se um argumento considerado *plausível*. Nesse tipo de argumento, quando as premissas são plausivelmente aceitas, a conclusão é, no mínimo, tão plausível quanto àquelas.

Assim, se um argumentador se compromete com certas premissas, ele se compromete na mesma medida com a conclusão delas derivada. Ao contrário, se ele rejeita a conclusão, mas está comprometido com as premissas, então, o *ônus da prova* recai sobre ele. Ele assume a obrigação (o ônus) de provar que tal conclusão não é válida (WALTON, 2006).

É importante ressaltar, que em todos os momentos em que os estudantes forem solicitados a elaborar ou analisar seu raciocínio analógico, recomenda-se que seja seguido de discussões com o professor e com os outros colegas de grupo, a fim de esclarecer as comparações usadas nos argumentos que não foram compreendidas ou mesmo para responder aos questionamentos do professor. Porém, essas discussões não terão como objetivo corrigir os argumentos analógicos elaborados pelos estudantes, mas para discutir a coerência dos mesmos frente às informações disponíveis no momento e de incentivar os questionamentos dos próprios estudantes em relação aos argumentos propostos.

AULA 3- Introdução de um caso para abordar a questão problema

Tabela 3 de eventos:

Evento	Tempo programado
Organização da sala	5 minutos
Sondagem dos conhecimentos dos estudantes sobre mineração.	15 minutos
Leitura do caso e apresentação do vídeo.	15 minutos
Discussão para que os estudantes comecem a pensar na questão problema	15 minutos

Objetivos

O intuito dessa aula é introduzir o tema que será trabalhado ao longo da SD: A mineração e suas implicações. Isso será realizado por meio de algumas questões, um texto e um vídeo que abordam a temática. O questionário tem por objetivo sondar as concepções dos estudantes sobre o assunto. Eles serão introduzidos na QSC por meio de um caso que traz a questão-problema perante a qual irão construir um posicionamento.

Orientações para o professor:

No primeiro momento, sugere-se que seja feita uma sondagem quanto aos conhecimentos dos estudantes sobre a mineração por meio de questões como a destacadas a seguir. Para que o professor tenha um respaldo maior para realizar a sondagem, aconselha-se que seja realizada a leitura do texto que está como sugestão no saiba mais dessa aula. Nesta ocasião, o professor poderá dar aos alunos a oportunidade de manifestar suas ideias e impressões gerais sobre o assunto.

Você tem alguma ideia sobre o que é mineração? Já ouviu falar sobre os processos da mineração?

Como você imagina que seja os processos de mineração? Você já pensou em como funciona esses processos?

Você já esteve em uma usina, barragem ou mina do setor da mineração? Ou conhece alguém que já esteve ou trabalha em uma dessas?

Você já ouviu falar sobre a barragem de rejeitos ou sabe alguma coisa sobre ela?

No segundo momento, indica-se que o texto elaborado para introduzir a questão-problema seja lido em voz alta com os estudantes. A leitura será interrompida em certo momento (terceiro parágrafo do texto) para que seja passado um vídeo sobre alguns processos e atividades de uma empresa de mineração. Após, a questão-problema será exposta com a retomada da leitura do texto e discutida com os estudantes. Nessa hora o professor pode fazer alguns questionamentos aos alunos sobre como eles se portariam diante da situação apresentada no texto.

Texto com um caso, para introduzir a questão problema.

Em uma pequena cidade, chamada Ósmio, localizada no interior de São Paulo, alguns pesquisadores de uma universidade de uma cidade vizinha ao investigaram o terreno da cidade em um de seus trabalhos de campo. Eles perceberam que em Ósmio havia muito minério de ferro.

Esses pesquisadores publicaram os resultados do estudo em uma revista de grande divulgação. Uma empresa de mineração que teve acesso a tal pesquisa manifestou seu interesse em explorar o minério na cidade, enviando um representante para conversar com o prefeito, que acabara de tomar posse.

O representante passou um vídeo para o prefeito sobre uma das cidades que havia recebido os serviços da empresa (o vídeo será passado pelo professor).



O prefeito ficou dividido com a proposta, devido ao fato da cidade se encontrar em crise e com um alto índice de desemprego. Por outro lado, a população preocupava-se bastante com a preservação do meio ambiente e ele sabia que os recursos minerais não são renováveis e um dia acabariam.

Admitindo-se que você é o prefeito dessa cidade, que acabou de ser eleito, e terá que decidir se implementará ou não a atividade mineradora na cidade. E aí, você seria contra ou a favor a implementação?

Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=4BeGx7NRx-g>

Saiba mais...

<http://www.ufjf.br/poemas/files/2016/11/Livro-Completo-com-capa.pdf>

AULA 4- Atividade investigativa

Tabela 4 de eventos:

Evento	Tempo programado
Organização da sala	5 minutos
Introdução da questão do experimento	5 minutos
Discussão sobre o conceito de metais pesados (questionário)	20 minutos
Acordo com os estudantes de uma metodologia para a realização do experimento	15 minutos
Retomada dos pontos acordados e divisão de grupos e de tarefas	5 minutos

Objetivos

Esta aula tem por objetivos discutir o conceito de metais pesados e dar início a uma atividade experimental investigativa, na qual os estudantes irão propor experimentos na busca por evidências para dar suporte aos argumentos por analogia que venham a construir.

Orientação para professor:

Recomenda-se que o experimento seja realizado em uma perspectiva investigativa, na qual espera-se que os estudantes proponham uma metodologia a fim de responder as seguintes questões: Os metais poluem ou não? Os metais fazem ou não mal para os seres vivos. A atividade investigativa proposta não é de natureza completamente aberta, uma vez que se orienta que o professor guie os estudantes de forma a permitir que eles desenvolvam uma compreensão mais sofisticada de natureza da ciência através da visualização das dimensões do trabalho científico, ou seja, do processo de construção e validação do conhecimento científico.

Nos momentos iniciais da aula aconselha-se que o professor discuta através do texto abaixo o conceito de metais pesados. Para isso, poderá ser utilizado, se necessário, o quadro

do Apêndice 1 para introduzir esse conceito, que é conhecimento importante para a compreensão das informações disponibilizadas no texto a seguir e para que os estudantes entendam melhor o objetivo da atividade investigativa. Para essa discussão, o professor poderá usar a tabela periódica como recurso para identificar os metais e relacioná-los com suas propriedades físicas e químicas.

É interessante que os alunos saibam que alguns metais desempenham funções importantes no metabolismo dos seres vivos, dependendo das suas concentrações. Portanto, considera-se importante o professor trabalhar a análise dos gráficos abaixo com os alunos, para que os mesmos desenvolvam habilidades de interpretações de dados.

Em relação à influência da concentração de um metal sobre o desenvolvimento de um ser vivo, na figura 2 temos isso esquematizado. Na Figura 2(a), tem-se um metal essencial ao organismo, para o qual, inicialmente, o aumento da concentração acarreta melhoria em seu desenvolvimento, que passa de deficiente para ótimo. Entretanto, acima de uma faixa de concentração ótima, o metal passa a exercer uma ação tóxica sobre o desenvolvimento do ser vivo, sendo que há um limite de concentração, acima do qual o metal é letal. Na Figura 2(b), tem-se um metal não essencial ao organismo. Para este, há uma faixa de concentração em que o organismo tolera sua presença. Novamente, acima de determinados limites de concentração, este se torna tóxico e, em seguida, letal. É importante destacar que a essencialidade não é característica única dos metais, ocorrendo com outros elementos químicos.

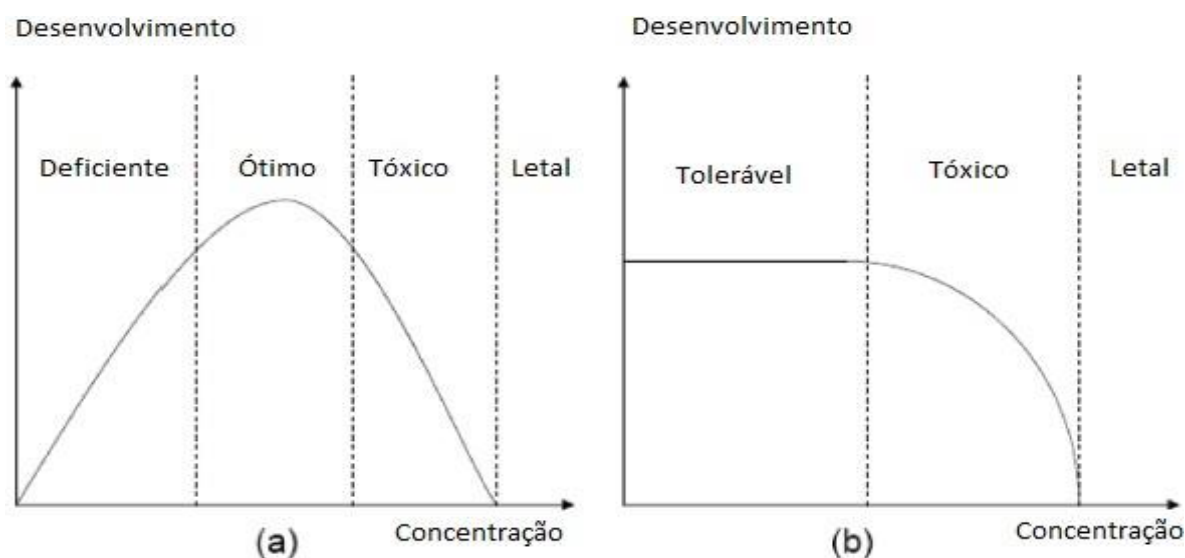


Figura 1: Comportamento de metais no organismo: (a) essencial e (b) não essencial.

Para o ser humano, existem 14 metais essenciais: cálcio, potássio, sódio, magnésio,

ferro, zinco, cobre, estanho, vanádio, cromo, manganês, molibdênio, cobalto e níquel (EMSLEY, 2001). Dessa relação, pode-se constatar que até alguns metais considerados tóxicos em concentrações elevadas, como zinco, cobre, cromo e níquel, são fundamentais ao metabolismo em baixas concentrações.

No segundo momento da atividade, orienta-se que o professor discuta a presença dos metais no meio ambiente e suas consequências. Por exemplo, ele poderá apontar que nos corpos d'água os metais podem afetar os seres que ali habitam de duas formas básicas: pode ser tóxico ao organismo ou pode ser bioacumulado, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz tendo seu efeito potencializado ao longo da cadeia alimentar. A biomagnificação ou amplificação biológica consiste no aumento progressivo da concentração do metal à medida que se avança na cadeia alimentar. A biomagnificação decorre dos seguintes fatores: a necessidade de um grande número de seres do nível trófico anterior para alimentar um ser do nível trófico posterior e o contaminante não é metabolizável, mas é lipossolúvel, acumulando-se nos tecidos gordurosos dos seres vivos. Em função desse processo, mesmo um descarte de um metal em concentração reduzida pode trazer dano a um ecossistema (BRAGA *et al.*, 2002).

Para uma explicação melhor disto, o professor poderá trabalhar com as duas figuras abaixo: a primeira apresenta o processo de biomagnificação e a segunda imagem a contaminação dos seres humanos por meio desse processo. Recomenda-se que o professor solicite aos alunos outros exemplos de cadeia alimentar onde ocorre a contaminação pelo processo de biomagnificação ou bioacumulação, para identificar se os alunos compreenderam o conceito trabalhado.

Figura 2: Processo de Biomagnificação e bioacumulação

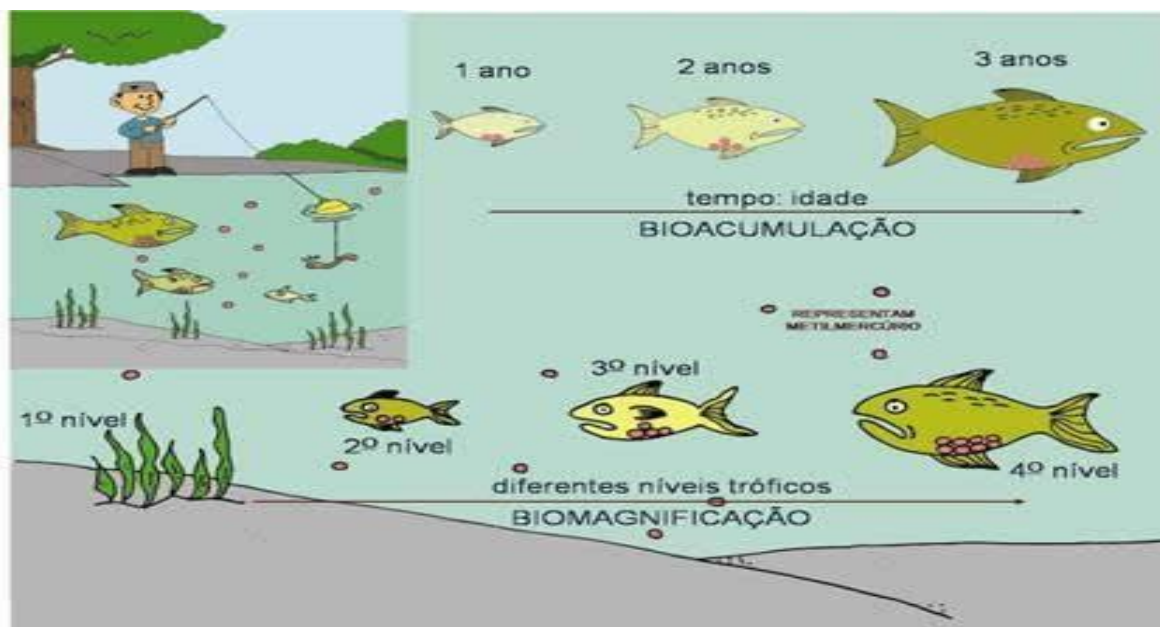


Figura 3: Esquema de contaminação no organismo



Em seguida, sugere-se que o professor explicita os objetivos da investigação, inter-relacionando as informações. Para isso, o professor poderá declarar algo do tipo: “Nesse texto que acabamos de trabalhar foi mencionado que os metais pesados gerados no processo de mineração são responsáveis por contaminar o meio ambiente, e que podem fazer mal aos seres vivos. Mas será que esses metais realmente podem prejudicar os seres vivos?”; “Vocês acreditam que é possível realizarmos alguma atividade experimental para que possamos investigar isso?”

Metodologia:

Aconselha-se que o professor conduza os estudantes a proporem um bioensaio¹⁷, usando plantas para investigar a toxicidade do ferro. Para guiar a proposição da metodologia, recomenda-se que o professor faça algumas indagações aos estudantes através de questões como as destacadas a seguir:

Como vocês acham que podemos realizar esse experimento? O que vamos precisar para realizá-lo?

Como podemos observar a influência da concentração da solução no crescimento da planta?

Quais materiais vocês sugerem que utilizemos?

¹⁷ Método para determinar a concentração ou o poder ativo de uma substância através da medição dos seus efeitos em seres vivos (animais, plantas ou microrganismos). (<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/bioensaios>)

Como vamos observar as outras variáveis?

Propõe-se que o professor justifique os testes com um sal de ferro, pelo fato desse metal ser o mais explorado no Brasil. Caso o professor não tenha esse sal disponível, tal como o sulfato ferroso, ele pode sugerir que os estudantes utilizem outro elemento como referência, como um sal de magnésio, por exemplo.

Os estudantes podem sugerir diferentes plantas a serem utilizadas na investigação, mas é importante que o professor ressalte que seja selecionada aquelas que são capazes de crescer significativamente no período de uma semana. Como possibilidades, indica-se sementes de alface, soja e feijão que crescem no algodão. Pode-se ainda realizar o bioensaio com a cebola, tal como proposto por Soraya, Marcia, Fernando e Daniele (2013). Testes realizados por um dos autores dessa proposta didática mostraram que feijões fornecem evidências claras sobre o efeito do metal ferro no seu crescimento.

Recomenda-se que a metodologia de como será realizado o experimento seja acordada com os estudantes. Indica-se também, que o professor ressalte a importância de se fazer o controle de variáveis e assim, ajude os estudantes a pensar nas mesmas.

Por último, sugere-se que o professor retome os pontos da metodologia de investigação combinados, como será feito o experimento, quais as variáveis serão controladas (por exemplo: iluminação, concentração do contaminante, tempo de atividade etc.); os materiais utilizados, quem trará esses materiais e as substâncias utilizadas. Essas informações referentes à metodologia de investigação poderão ser anotadas na atividade 4 que está no anexo do material para o estudante. E finalmente, recomenda-se que o professor realize a divisão de grupos e de tarefas para o desenvolvimento do experimento que acontecerá na próxima aula.

Material complementar para o professor:

Metais Pesados no Ensino de Química

Metal pesado é um conceito em evolução, o que acarreta diversas incertezas em sua definição. Há algumas décadas, bastava ter conhecimento da densidade de um elemento para defini-lo como *pesado*. De acordo com a literatura científica, as definições mais antigas baseiam-se em propriedades químicas como: massa atômica, número atômico e massa

específica. Entretanto, as conceituações mais recentes levam em consideração aspectos ambientais e toxicológicos.

Em relação às propriedades químicas, as principais definições identificadas foram:

Massa específica: metais pesados apresentam massa específica elevada, sendo maior ou igual a um determinado valor de referência que, em função de cada publicação, varia entre 3,5 e 7,0 g/cm³.

Massa atômica: metais pesados apresentam elevada massa atômica, sendo o sódio (massa atômica igual a 23) usado como referência.

Número atômico: metais pesados apresentam elevado número atômico, sendo o cálcio (número atômico igual a 20) usado como referência.

Dentro desses critérios, alguns autores consideram que qualquer tipo de metal pode ser um metal pesado, enquanto outros incluem apenas os metais de transição.

Os impactos ao ambiente e à saúde humana decorrentes do descarte de metais fizeram com que fatores ambientais e toxicológicos fossem associados à definição de metal pesado. Esses argumentos indicaram a necessidade de uma articulação multi/interdisciplinar de conceitos para melhor descrever a atual compreensão dos metais pesados.

A toxicologia é a ciência que estuda os efeitos nocivos das interações das substâncias com os seres vivos (MORAES *et al.*, 1991). Com o estudo da toxicologia, constatou-se que cada metal pode vir a apresentar um efeito toxicológico específico sobre determinado ser vivo. Além disso, outros fatores, como biodisponibilidade¹⁸, bioconcentração e a espécie química influenciam na toxicidade de um elemento químico (VALLS; LORENZO, 2002).

A forma mais tóxica de um metal não é a livre, mas quando este se encontra como cátion ou ligado a cadeias carbônicas. Nos organismos, o principal mecanismo de ação tóxica dos metais decorre de sua afinidade pelo enxofre. Assim, quando presentes em suas formas catiônicas, os metais reagem com o radical sulfidrílica (-SH) presente na estrutura proteica das enzimas, alterando suas propriedades, o que pode resultar em consequências danosas ao metabolismo dos seres vivos (BAIRD, 2002).

Como exemplo, tem-se as espécies químicas de mercúrio. Sua principal espécie catiônica (Hg²⁺) está associada às partículas em suspensão que se depositarão em sedimentos nos corpos d'água. Nos sedimentos, micro-organismos convertem esse cátion em

¹⁸ Biodisponibilidade pode ser definida como a quantidade e a velocidade na qual um princípio ativo (neste caso, o metal) é absorvido e se torna disponível no sítio de ação (CARCAMO, 1982, LIEBERMAN e col. 1990). Assim, biodisponibilidade está intimamente relacionada com a absorção da substância ativa". (<http://www.ccs.ufsc.br/farmacia/TCCGenericos/biodisponib/Conceito.html>).

dimetilmercúrio, $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$, o qual, em função do pH do meio, é convertido em metilmercúrio, HgCH_3 . Em função de sua lipossolubilidade em ambientes aquáticos, ao passar pelas brânquias dos peixes, o metilmercúrio se difunde e acumula no tecido adiposo, em um fenômeno conhecido por bioconcentração. No interior do organismo, o metilmercúrio exercerá sua ação tóxica, interagindo com os grupos sulfidril das enzimas. De forma análoga ao mercúrio, outros metais pesados têm suas formas mais tóxicas quando ligados a grupamentos carbônicos.

Segundo Lieberman e col. (1990), biodisponibilidade é definida como a quantidade e velocidade na qual o princípio ativo é absorvido, tornando-se disponível para a sua atuação no sítio de ação alvo.

Os metais podem ser encontrados em despejos de diferentes tipos de indústrias, como mineradoras, galvanoplastia, curtumes e manufaturas de produtos eletrônicos.

AULA 5 - Realização do experimento e discussão de aspectos de natureza da ciência

Tabela 5 de eventos:

Evento	Tempo programado
Organização da sala	5 minutos
Recordando a metodologia	5 minutos
Realização do experimento	20 minutos
Discussão de alguns aspectos de NC	10 minutos
Orientações sobre a elaboração do relatório	10 minutos

Objetivos

A presente aula visa trabalhar com os estudantes noções de concentração e diluição e explorar aspectos de natureza da ciência (NC) durante a realização dos procedimentos investigativos.

Orientação para o professor:

O experimento será realizado conforme foi combinado com os estudantes na aula anterior. Eles serão divididos em grupos. Em seguida, sugere-se que o professor recorde a metodologia que propuseram.



Após, recomenda-se que os estudantes realizem o experimento utilizando o material que eles trouxeram, conforme havia sido acordado na aula anterior. Aconselha-se que o professor proponha que eles preparem uma solução com maior concentração do contaminante e outra com menor concentração. Nesse momento, pode ser realizada uma discussão dos aspectos qualitativos de concentração como a razão soluto e solvente, que é a propriedade que relaciona a quantidade de soluto em relação à quantidade de solvente, e classifica as soluções em diluídas, concentradas, saturadas e supersaturadas. Assim, pode ser feito o questionamento aos alunos sobre o efeito da concentração em determinados sistemas, como é o caso do observado no experimento, ressaltando a importância da relação dose/resposta, pois apesar do ferro ser um elemento primordial, o aumento da dose pode provocar efeitos nocivos no organismo-teste.

Sugere-se que seja eleito um estudante de cada grupo para ficar responsável por monitorar o experimento. O mesmo ficará encarregado de regar o organismo-teste com a solução contaminada ao longo de sete dias. Após os sete dias, as plantas serão retiradas das soluções e, com uma régua, medidos o comprimento médio das raízes.

Depois da realização dessa fase das atividades experimentais, o professor pode destacar alguns aspectos de natureza da ciência, como: o controle de variáveis durante os experimentos, o fato dos cientistas trabalharem em grupos colaborativos, a existência de controvérsia e contrastes de opinião, a relevância das evidências na ciência, a ação dos conhecimentos científicos na sociedade e a importância de compreendê-los, o caráter provisório do conhecimento científico, entre outros.

Por fim, aconselha-se que o professor oriente os estudantes a elaborar o relatório sobre a conclusão do experimento. Pode-se sugerir que eles anotem as observações em uma tabela construída por eles tendo como base a que foi apresentada abaixo. É importante que o professor não interfira nessas observações, porém, podem ser feitos questionamentos no

sentido de compreender o que eles descreveram no relatório. No material do aluno há uma sugestão sobre as informações que são importantes de constar no relatório. Recomenda-se que o professor informe aos alunos que o relatório seja entregue na aula 7.

Solução	Concentração do metal (mg L ⁻¹)	Comprimento da raiz (cm)
1	0	5,00
2	0,10	1,5
3	0,20	1,3
4	1,00	0,3

Tabela ilustrativa

AULA 6 - Análise do experimento

Tabela 6 de eventos:

Evento	Tempo programado
Organização da sala	5 minutos
Observação, análise e conclusão do experimento	20 minutos
Produção do texto argumentativo por analogia	15 minutos
Discussão da limitação da analogia	10 minutos

Objetivos

A aula 6 tem por objetivos a observação e análise dos resultados dos experimentos pelos estudantes e a produção de um texto argumentativo com a proposição de uma explicação para os resultados observados a partir de argumentos por analogia. Para a construção do discurso argumentativo, recomenda-se que o professor oriente os estudantes a elaborar seus argumentos por analogias conforme foi explicado nas aulas 1 e 2.

Orientações para o professor:

Num primeiro momento, aconselha-se que o professor faça algumas perguntas para orientar os estudantes a focar sua atenção nas seguintes observações e nos resultados delas decorrentes:

O que vocês observaram com relação ao comprimento das raízes das plantas?

O que aconteceu com as sementes que foram regadas com uma maior concentração do metal?

E com a menor concentração? O professor pode pedir para os estudantes construírem uma tabela (como a ilustrada na aula 5) com a variação das concentrações dos metais que foram utilizadas no experimento e os resultados observados.

Esse comportamento pode ser observado com as sementes que todos os grupos plantaram?



Como vocês interpretam esses resultados?

É importante durante a discussão dessas questões, que o professor discuta também que, na situação do experimento foi possível investigar a influência dos metais sobre o desenvolvimento das sementes/plantas, pois as sementes não tiveram outros nutrientes além das soluções contendo os metais. Se as mesmas estivessem em outro ambiente sob a influência de diferentes outros fatores além desses metais, algumas delas poderiam se adaptar devido à seletividade natural e também a outros nutrientes presentes no solo e se desenvolver normalmente, enquanto outras talvez não se desenvolvessem ou apresentassem deformações em seu crescimento (como no experimento).

Finalmente, orienta-se que o professor guie os estudantes a produzir um texto com argumentos por analogia para explicar, com base nos resultados do experimento e suas interpretações dos mesmos, se os metais podem ou não prejudicar os seres vivos. Após, recomenda-se que o professor socialize os textos elaborados com os outros grupos.

Considera-se relevante que o professor realce a importância dos estudantes identificarem as limitações de suas comparações. Por exemplo, caso os estudantes venham a comparar os efeitos dos metais pesados nas plantas e no organismo humano (algo semelhante ao que consta no quadro de mapeamento 8 a seguir), será importante que o professor os auxilie na identificação da limitação de que as reações que acontecem nas plantas são diferentes das reações que ocorrem nas vias metabólicas dos seres humanos. Essa discussão poderá ser fomentada pela questão crítica do tipo: “Existem diferenças entre o efeito dos metais nas plantas e no organismo humano?”.

Quadro 8: Quadro de mapeamento da analogia estabelecida entre o efeito dos metais nas plantas e o efeito dos metais no organismo humano

Análogo (Efeito dos metais nas plantas)	Correspondência	Alvo (Efeito dos metais no organismo humano)
As plantas que foram regadas com menores concentrações de metais pesados, podem se desenvolver normalmente.		Em alguns organismos dos seres humanos, alguns metais em menores concentrações não causam danos à saúde.
As plantas regadas com concentrações maiores de metais pesados, podem não se desenvolver ou apresentar alguma anomalia.		Nos organismos dos seres humanos, os metais em maiores concentrações podem causar risco à saúde, levando até a morte.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As reações que ocorrem nas plantas são diferentes das reações que ocorrem nas vias metabólicas dos seres humanos. ▪ As anomalias que podem ser desenvolvidas nos seres humanos são distintas das que podem ser apresentadas nas plantas. 		

AULA 7- Introdução e preparação para o júri simulado

Tabela 7 de eventos:

Evento	Tempo programado
Os alunos assistirão os vídeos com as entrevistas com o especialista e de moradores de um distrito	25 minutos
Orientações sobre a elaboração dos argumentos por analogia e do texto escrito, sobre a organização e realização da atividade do júri simulado e da réplica	10 minutos
Elaboração dos argumentos por analogia	15 minutos

Objetivos

Os objetivos dessa aula são desenvolver a habilidade de escrita dos estudantes, instruí-los acerca da construção dos argumentos por analogia e ainda sobre como deverão se organizar para apresentar seus argumentos no júri simulado.

Orientações e sugestões para o professor:

Inicialmente será passado um vídeo da entrevista com os moradores de um distrito e após o vídeo dos especialistas. Posteriormente, sugere-se que o professor divida a sala em dois grupos.

Para orientar os estudantes sobre como acontecerá o júri simulado, recomenda-se que o professor esclareça que um grupo ficará responsável por defender a implementação da empresa mineradora e outro grupo por argumentar contra

a implementação da empresa e o professor ficará responsável por avaliar os argumentos produzidos.

A tarefa desenvolvida envolverá um júri simulado. A pergunta que moverá a atividade será a seguinte “Você é contra ou a favor a implementação de uma empresa mineradora em sua cidade?”.

Para isso, os estudantes receberão alguns textos com informações que poderão auxiliá-los na fundamentação dos argumentos por analogia que irão elaborar e defender e na tentativa de refutação dos argumentos elaborados pelo outro grupo.

Aconselha-se que o professor informe aos estudantes que a elaboração dos argumentos por analogia poderá ser fundamentada além de nas informações presentes nos textos disponibilizados nas aulas anteriores, nos vídeos com as entrevistas dos especialistas e de um morador de um distrito onde a atividade mineradora foi implementada e ainda nos dados do experimento que eles realizaram. Esses argumentos serão expostos em um texto escrito.

Caso os grupos não consigam terminar a elaboração dos argumentos nessa aula e do texto, poderão terminar essas tarefas na aula seguinte. Sugere-se que um integrante de cada grupo seja eleito para defender os argumentos propostos, inicialmente fazendo a leitura do texto escrito produzido pelo grupo.



É importante que o professor explique aos alunos que no júri, cada um dos dois grupos contará com 10 minutos, sendo que a ordem de apresentação dos argumentos contra e a favor poderá ser estipulada por ele. Além disso, sugere-se que seja ressaltado que eles terão também 30 minutos para a réplica e tréplica. Nessa ocasião, os grupos deverão anotar os argumentos apresentados pelo grupo adversário e procurando alternativas para contra-argumentar ou invalidar (refutar) o argumento do outro.

Links dos vídeos:

<https://www.youtube.com/watch?v=OFVzZ94Cco4&feature=youtu.be>

<https://drive.google.com/file/d/0Bx2UsqmFxlUVMGVOYIVqWmJBaFU/view>

AULA 8- Produção de argumentos por analogia

Tabela 8 de eventos:

Evento	Tempo programado
Organização da sala e continuidade da elaboração dos argumentos por analogia	50 minutos

Objetivos

Esta aula tem o intuito de propiciar a produção de argumentos por analogia pelos estudantes. Para isso, eles irão trabalhar a escrita desses argumentos.

Orientações para o professor:

Os estudantes serão separados em seus grupos. Sugere-se que o professor peça a eles que dêem continuidade à construção dos argumentos analógicos fundamentando-os nos textos, vídeos e materiais que foram disponibilizados. Eles poderão também, procurar informações em outras fontes, tal como livros e artigos impressos ou on-line. Pode-se discutir com os estudantes que boas evidências têm de ser retiradas de fontes confiáveis.

Os estudantes poderão usar o material de apoio a seguir se o professor achar conveniente. Ressaltando que, principalmente os gráficos, necessitarão de ajuda do professor para que os estudantes possam interpretá-los.

O que é CFEM?

No Brasil, a atividade de mineração é realizada sob o regime de concessão pública realizada pelo Ministério de Minas e Energia e operacionalizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

A Constituição Federal estabeleceu que as jazidas e os depósitos minerais constituem bens da União, distinguindo a propriedade do solo à do subsolo. Para o desenvolvimento da atividade de mineração, foi previsto o aproveitamento econômico do produto da lavra através das concessões.

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) é uma contraprestação paga à União pelo aproveitamento econômico desses recursos minerais. Os recursos recolhidos de CFEM são distribuídos aos Estados, Distrito Federal, Municípios e órgãos da administração da União, sempre relacionados ao local onde é realizada a exploração do minério. Esses recursos podem ser aplicados em projetos que revertam em benefícios da comunidade local, seja em melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde ou educação.

A distribuição desses recursos é realizada da seguinte maneira:

12% - Destinados a União e distribuídas entre o DNPM, Ibama e MCT/FNDCT;

23% - Repassados ao Estado de origem da extração;

65% - Destinados ao município onde ocorre a extração.

Arrecadação da CFEM (RS) no biênio 2011/2012

Unidade da Federação	2012	2013	Δ%
AC	147.448,64	217.417,58	47,45
AL	1.609.420,82	1.921.322,45	19,38
AM	5.175.941,83	7.161.022,14	38,35
AP	16.488.374,63	12.068.451,75	(26,81)
BA	37.249.639,02	47.532.271,89	27,60
CE	3.325.053,71	3.914.921,65	17,74
DF	2.999.263,20	3.026.578,30	0,91
ES	8.941.564,79	11.869.356,25	32,74
GO	74.401.889,09	69.128.884,24	(7,09)
MA	4.903.671,85	5.233.967,26	6,74
MG	974.497.742,65	1.204.735.884,99	23,63
MS	19.760.398,90	28.677.053,73	45,12
MT	10.747.422,04	16.554.372,22	54,03
PA	524.276.795,66	804.541.264,28	53,46
PB	3.766.381,35	3.864.395,38	2,60
PE	5.942.211,39	6.461.729,47	8,74
PI	1.670.363,01	1.874.176,79	12,20
PR	10.589.648,79	13.031.361,53	23,06
RJ	17.319.353,48	15.401.491,90	(11,07)
RN	1.687.071,55	2.469.538,35	46,38
RO	3.460.824,24	4.331.648,18	25,16
RR	147.142,19	260.096,45	76,77
RS	14.305.818,33	15.976.016,77	11,67
SC	15.250.810,12	18.397.257,13	20,63
SE	19.050.667,39	17.693.914,59	(7,12)
SP	51.745.647,33	55.567.487,15	7,39
TO	2.910.904,79	3.748.381,66	28,77

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatários (DIPAR)

Tabela 3: Maiores contribuintes da CFEM no exercício de 2013

	Empresa	Recolhimento CFEM (R\$)
1	Vale S A	1.282.913.342,81
2	Minerações Brasileiras Reunidas S.A.	353.862.647,55
3	Companhia Siderúrgica Nacional	33.805.821,89
4	Baovale Mineração S.A.	22.476.765,08
5	Mineração Maracá Indústria e Comercio S.A.	21.995.368,98
6	Salobo Metais S.A.	19.309.251,13
7	Mineração Caraíba S.A.	17.946.690,83
8	Samarco Mineração S.A.	17.302.215,58
9	Mineração Usiminas S.A.	16.042.349,26
10	Kinross Brasil Mineração S.A.	15.889.347,43

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR)

Tabela 4: Maior arrecadação por substância mineral - 2013

	Substância	Recolhimento CFEM (R\$)
1	MINÉRIO DE FERRO	1.815.851.042,79
2	MINÉRIO DE COBRE	96.244.180,98
3	MINÉRIO DE OURO	57.145.989,17
4	CALCÁRIO DOLOMÍTICO	45.365.500,12
5	GRANITO	44.550.411,16
6	MINÉRIO DE ALUMÍNIO	38.002.797,99
7	FOSFATO	29.434.679,09
8	AREIA	28.951.234,52
9	MINÉRIO DE NÍQUEL	21.607.189,62
10	MINÉRIO DE MANGANÊS	20.243.675,76

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR)

AULA 9- Júri simulado

Tabela 9 de eventos:

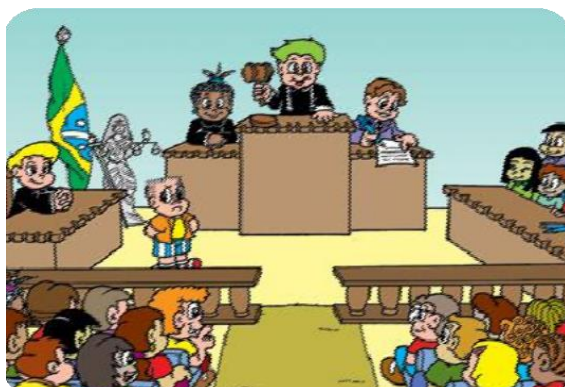
Evento	Tempo programado
Apresentação do primeiro grupo	10 minutos
Apresentação do segundo grupo	10 minutos
Preparação para réplica do primeiro grupo	10 minutos
Elaboração de defesa do seu argumento e refutação do outro e contra-argumentação (réplica)	10 minutos
Preparação para a tréplica	5 minutos
Tréplica	5 minutos

Objetivos

O principal objetivo da atividade do júri é ampliar o espírito colaborativo, a criatividade dos estudantes e também alargar o desenvolvimento da capacidade de analisar, argumentar, contra-argumentar e refutar dos estudantes, uma vez que acreditamos que através da argumentação o indivíduo pode se tornar mais capacitado para lutar pelas suas convicções e pelos seus direitos.

Orientações para o professor:

Cada grupo terá dez minutos para fazer sua apresentação. Aconselha-se que o professor conduza a apresentação, de forma a dividir a sala em dois grupos distintos. Em seguida acontecerá o júri simulado. Recomenda-se também, que o professor atue de modo a dirigir a atividade para que os estudantes se orientem e trabalhem de forma organizada, durante a apresentação dos argumentos por analogia.



Após, os grupos terão dez minutos para se prepararem para a réplica. A réplica e a tréplica são momentos característicos do processo argumentativo, pois os alunos terão que pensar em maneiras de contra-argumentar e refutar os argumentos dos adversários, mas para que isso ocorra, é necessário ouvir o que o outro tem a dizer. Em outras palavras, sugere-se que na réplica e tréplica o professor incentive os alunos a apresentarem novos argumentos para assim refutarem os argumentos iniciais do grupo oposto.

Na tentativa de promover esse ambiente em que “a vez da fala seja garantida” indica-se que, inicialmente o professor organize a sala para que seja dado prosseguimento a atividade de júri-simulado: Um grupo ficará de um lado da sala, e o restante do outro lado, e o professor que é o responsável por avaliar os argumentos perpendicular aos dois grupos e os grupos adversários ficam de frente um para o outro. Cada grupo terá 10 minutos para realizar a réplica.

Durante a réplica, indica-se que o professor realize uma apreciação geral dos argumentos apresentados pelos dois grupos, destacando o que notou quanto aos mesmos. Ademais, o professor poderá avaliar qual dos grupos apresentou argumentos que convencessem mais (aquele em que os argumentos por analogia eram mais pertinentes à

conclusão, contribuindo para prová-la), ou seja, argumentos em que as relações de similaridade (analogia) conseguem sustentar melhor o argumento e justificá-lo.

No decorrer da réplica, o professor irá incentivar os alunos a refletirem sobre uma forma de falsificar a própria teoria (elaborar um contra-argumento) e também apresentar evidências que falsifique o ponto de vista do oponente (elaborar refutação).

Contra-argumentar é a capacidade dos indivíduos de visualizar condições que diminuiria a credibilidade de um ponto de vista, isto é, estar apto a gerar um contra-argumento para uma teoria e evidências de apoio que constituem o argumento primário. Assim, a fim de favorecer a reflexão e elaboração de contra-argumentos pelos grupos, aconselha-se que o professor questione os estudantes se eles pensam de uma forma alternativa e o motivo da concordância, para que o grupo não apenas acate uma resposta que consideram como certa, mas que possam ter liberdade de formular suas ideias para avaliação. Para isso, podem ser feitos alguns questionamentos como, por exemplo: “Se você tentasse convencer alguém de que seu ponto de vista é correto, que evidência você apresentaria para demonstrar isto?”, “Suponha agora que alguém discordou de sua opinião, o que pode dizer para mostrar que você estava errado?”.

Nesse momento, caso os grupos elaborem um contra-argumento, sugere-se o professor incentive-os a refutar a linha de raciocínio oposta (propor uma refutação ao contra-argumento do outro grupo). Recomenda-se para isso, que sejam feitos questionamentos tais como: “O que vocês poderiam dizer para mostrar que o outro grupo está errado?” ou “O que vocês poderiam dizer para demonstrar que o ponto de vista de vocês é o mais correto?”. Quando refuta, o estudante poderá abordar o contra-argumento do outro, criticando-o nos fundamentos que minam sua força e, assim, restaura a força do argumento original.

Após a réplica, caso o professor perceba a necessidade da tréplica, sugere-se que seja concedido cinco minutos aos grupos para se prepararem e após esse momento pode ocorrer a tréplica. A tréplica se caracteriza pelos mesmos momentos que ocorreram na réplica.

AULA 10- Resultado do júri simulado

Tabela 10 de eventos:

Evento	Tempo Programado
Organização da sala	5 minutos
Discussão da avaliação dos argumentos por analogia pelo professor com as questões críticas	20 minutos
Resultado do júri	15 minutos
Adiantamento das instruções para a elaboração do parecer	10 minutos

Objetivos

Nesta aula o objetivo será trabalhar com os estudantes a capacidade de ouvir o outro e a habilidade de trabalhar em grupo, bem como o respeito às diferentes opiniões.



Orientações para o professor:

Com relação à divisão da sala, é sugerido que o professor coloque as carteiras separadas em dois grupos distintos: o grupo que argumentará contra e o grupo que argumentará a favor à implementação da empresa mineradora, dispostos de frente um para o outro e o professor, responsável pela avaliação dos argumentos, fique posicionado entre os dois grupos. Colocar a avaliação prévia dos argumentos entre pares (outros professores).

O professor terá 20 minutos para a avaliação dos argumentos por analogia elaborados pelos estudantes. Aconselha-se que essa avaliação seja realizada por meio de alguns critérios como os que estão sugeridos no quadro abaixo. Para avaliar, durante a apresentação dos

argumentos, é importante que o professor questione os grupos em relação aos argumentos analógicos criados ou perguntando se algum dos estudantes apresenta opinião diferente do grupo. É essencial também, que o professor faça essas indagações para analisar em que eles se fundamentaram para desenvolver os argumentos analógicos e as relações estabelecidas por eles entre os domínios comparados. Em razão disso, pode ser feitos questionamentos como: “Em que vocês se basearam para elaborar essa comparação?”, “Quais as relações de semelhança entre A e B?” e “A comparação que você estabeleceu esclarece e fundamenta o seu ponto de vista?”, “Em que sentido essas relações são semelhantes?”, “O que não deve ser comparado entre A e B?”, entre outras. É essencial essas perguntas, até para fomentar a discussão no grupo e também para que os estudantes consigam observar as similaridades e as diferenças entre os domínios comparados. Por essa razão, sugere-se que o professor incentive os estudantes a identificar e expressar as correspondências das similaridades estabelecidas e as diferenças entre os domínios, ou seja, aspectos que não podem ser comparados, que são as limitações da analogia.

Diante disso, o professor pode usar algumas questões críticas, a fim de levar os estudantes a pensar e avaliar seus raciocínios e argumentos. Essas perguntas são importantes para que no momento da argumentação, eles possam analisar se estão considerando as possíveis falhas de sua linha de pensamento e também de seu adversário. Além disso, ao serem indagados a respeito de suas conclusões em um processo de argumentação e contra argumentação, eles poderão vivenciar a crítica e reformulação de suas ideias. Ou melhor, eles poderão avaliar as similaridades, limitações da comparação e as inferências realizadas sobre o alvo.

Caso as questões críticas não sejam devidamente respondidas pelos estudantes, aconselha-se que o professor solicite que os estudantes construam novos argumentos por analogia ou reformulem os seus em observação às questões críticas. Logo, se a conclusão desse argumento for aceita pelos outros componentes do grupo, ou melhor, se as questões críticas apropriadas ao esquema forem respondidas satisfatoriamente, o objetivo principal do argumento ou raciocínio presuntivo é cumprido, assim o argumentador não precisa provar que tal conclusão é válida, ou seja, o argumento é plausível.

É interessante, que os momentos em que os estudantes forem solicitados a elaborar ou analisar seu raciocínio analógico sejam seguidos de discussões com o professor e com os outros integrantes do grupo, a fim de esclarecer as comparações usadas nos argumentos que não ficaram claras ou mesmo para responder aos questionamentos feitos pelo professor. Essas

discussões não deverão ser para corrigir os argumentos analógicos elaborados, mas sim para discutir a coerência dos mesmos frente às informações disponíveis no momento e de permitir o questionamento dos próprios estudantes em relação aos argumentos propostos. Por fim, recomenda-se que o professor informe que seu resultado sobre o júri.

Para fazer o fechamento da aula, recomenda-se que o professor adiante as instruções para a elaboração do parecer aos estudantes. Para isso, ele poderá explicar que neste momento eles poderão elaborar um texto no qual se posicionem criticamente diante da questão-problema inicial “Se vocês estivessem na situação do prefeito de Ósmio, aceitariam ou não a proposta oferecida pela empresa?”. Aconselha-se que o professor esclareça que neste momento os estudantes não precisam redigir o seu posicionamento com base na posição que defenderam no júri, mas sim no que eles acreditam que fariam.

Sugere-se também que seja enfatizado que o embasamento de seus argumentos poderá ser feito por meio das informações que eles tiveram acesso e avaliaram ao longo das atividades, nos resultados do experimento e nos argumentos por analogia que acreditam ser plausíveis, trazendo evidências e justificativas para as afirmativas realizadas.

Quadro 9: Critérios para avaliação dos argumentos por analogia

Critérios Estabelecidos	Avaliação
1. O estudante se posiciona frente ao que quer defender ou refutar a partir do uso das evidências (que no caso, é a analogia).	Notável (N) ou Imperceptível (I).
2. Através da evidência (a analogia), o aluno indica ou avalia se seu posicionamento é adequado ou não, ou ainda, se a conclusão deve ser aceita ou abandonada.	Notável (N) ou Imperceptível (I).
3. Por meio da relação de similaridade (analogia), o estudante justifica o argumento que quer defender ou refutar.	Coerente (C) ou Incoerente (I).

AULA 11- Parecer dos estudantes

Tabela 11 de eventos:

Evento	Tempo programado
Retomada das instruções para a elaboração dos argumentos por analogia para o parecer	10 minutos
Redação do parecer	40 minutos

Objetivos

Nesta aula, o estudante terá a oportunidade de expressar seu próprio posicionamento sobre a questão-problema, uma vez que nas aulas anteriores os papéis no júri simulado foram pré-definidos pelo professor. O objetivo é a elaboração de argumentos por analogia, com base nas informações que eles tiveram acesso e avaliaram durante as aulas anteriores, e em suas ideias e pontos de vista sobre a implantação ou não da atividade mineradora na cidade fictícia de Ósmio.

Orientações para o professor:

Considera-se essencial a retomada das instruções para a elaboração do parecer discutidas na aula anterior. Após, sugere-se que professor peça aos estudantes para construir um texto dissertativo-argumentativo defendendo seu ponto de vista, com argumentos bem elaborados, ou seja, com evidências e justificativas para as afirmativas realizadas individualmente.

No momento de elaboração do parecer, é importante que o professor informe aos estudantes que no texto argumentativo eles também deverão discutir as vantagens e as desvantagens da opção escolhida em relação à outra possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

ABD-EL-KHALICK, F. Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science. In: ZEIDLER, Dana (Org.). The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 41-61.

ALTARUGIO, M. H; DINIZ, M. L; LOCATELLI, S, W. O debate como estratégias em aulas de Química. *Química Nova na Escola*. v. 32, n. 1. 2010. p. 26-30.

ANDRADE, G. M. P. C. O papel dos questionamentos dos professores em processos de ensino de química fundamentados em modelagem analógica. 2018. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

BLAIR, J. A. Walton's argumentation schemes for presumptive reasoning: a critique and development. *Argumentation*, 15, p.365-379, 2001.

CORREA, H. L.; MOZZER, N. B.; JUSTI, R. A nova dialética e os esquemas de argumento de Walton: um estudo sobre sua aplicabilidade no estudo de argumentação em sala de aula de ciências. XV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Belo Horizonte, 2010.

DRIVER, R; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school Science. *International journal of Science an education*. 1999.

DUSCHL, R. A. Quality Argumentation and Epistemic Criteria. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer, 2008. p. 159-170.

DUSCHL, R. A.; ELLENBOGEN, K.; ERDURAN, S. Understanding dialogic argumentation among middle school science students. *Annual Conference of American Educational Research Association*. Atas..., Montreal, 1999.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. (2013). Dualidade Argumentativa: Os produtos da argumentação em aulas investigativas. Paper presented at the IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, 10 a 14 de Novembro.

FOUREZ, G. A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

GEPEC-IQUSP. Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas. Instituto de Química: Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. p. 2-26.

GENTNER, D. Structure mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, vol.7, n.2, p.155-170, 1983.

GENTNER, D. The mechanisms of analogical learning. In: Vosniadou, S.; Ortony, A. (Orgs.). *Similarity and Analogical Reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press. 1989. p. 199-241.

GLYNN, S.M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: GLYNN, S.M.; YEARNY, R.H.; BRITTON, B.K. (Orgs.). The Psychology of Learning Science. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum, 1991. p.219-240.

HOLYOAK, K. J.; THAGARD, P. Mental leaps: Analogy in creative thought. Cambridge: Bradford, 1995.

IBRAIM, S. S.; MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Contribuições dos esquemas argumentativos de Walton para análise de argumentos no contexto do ensino de ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 159-185, 2013.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PUIG MAURIZ, B. Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. Alambique, v. 63, p. 11- 18, 2010.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P.; PEREIRO MUÑOZ, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental mangement. International Journal of Science Education, v. 24, n. 11, p. 1171-1190, 2002.

JIMÉNEZ- ALEIXANDRE, M. P. 10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó. 2010.

KUHN, D. The Skills of Argument. New York: Cambridge University.1991.

LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. Human development, n. 43, p. 332-360, 2000.

MARTINS, M.; JUSTI, R. Uma nova metodologia para analisar raciocínios argumentativos. Ciência & Educação (Bauru). v. 23, n. 1, jan./mar., 2017.

MEINERS, C.M.M.A., Patentes farmacêuticas e saúde pública: desafios à política brasileira de acesso ao tratamento anti-retroviral, Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 24(7):1467- 1478, jul, 2008.

MENDONÇA, P. C. C. Influência das Atividades de Modelagem na Qualidade dos Argumentos de Estudantes de Química do Ensino Médio. *Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte. 2011.

MOZZER, N. B. O entendimento conceitual do processo de dissolução a partir da elaboração de modelos e sob a perspectiva da teoria de campos conceituais. *Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte. 2013.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. “Nem tudo que reluz é ouro”: uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.




NEWTON, P; DRIVER, R; OSBORNE, J. The Place of Argumentation in the Pedagogy of School Science. International Journal Education. [S.1], v.21, n 5, p.553-76, 1999.

- PALÁCIO, S. M; CUNHA, M. B; ESPINOZA-QUÍÑONES, F. R; NOGUEIRA, D. A. Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula. *Química nova na escola*. Vol. 35, Nº 2, p. 79-83, 2013.
- ROBERTS, D. A. What counts as science education? In: FENSHAM, P., J. (Ed.) Development and dilemmas in science education. Barcombe: The Falmer Press, p.27-55, 1991.
- SADLER, T. D. Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. In: Sadler, T. D. Socio-scientific issues in classrooms. Dordrecht: Springer. p. 1-9, 2011.
- SANDOVAL, W. A., & Millwood, K. A. What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*, p.71-90, 2008. Dordrecht: Springer.
- SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. In: *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010.
- SANTOS, W. Aspectos sócio-científicos em aulas de Química. 2002. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. IN
- SOUSA, F. L; AKAHOSHI, L. H. *et al.* Atividades experimentais investigativas no ensino de química. *Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado - Centro Paula Souza - Setec/MEC. GEPEQ-IQUSP*. Maio de 2013.
- TOULMIN, S. *The uses of Argument*. New York: Cambridge University Press. 1958.
- WALTON, D. N. O argumento como diálogo racional. In *Lógica informal: manual de informação crítica*. São Paulo: Martins Fontes, p. 1-35, 2006.
- WALTON, D. N. The new dialectic: a method of evaluating an argument used for some purpose in a given case. *ProtoSociology*, 13, p.70-91, 1999.
- WALTON, D. N. *Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning*. Mahwah: Erlbaum. 1996.
- WALTON, D. N. Argumentation schemes. In *Fundamentals of critical argumentation*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 84-137, 2005.
- WALTON, D. N.; REED, C.; MACAGNO, F. *Argumentation Schemes*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 443p.

**Apêndice 2: Sequência Didática sobre as implicações da Mineração para a Sociedade –
Material do estudante**

AULA 1- Introdução à argumentação por analogia

Quadro 1: Exemplo de analogia estabelecida entre a energia de ativação e o carro conduzido no morro.

Análogo (Carro conduzido no morro)	Correspondência	Alvo (Energia de ativação na reação)
Altura do morro.		Altura da barreira de energia.
Condução de um carro pelo morro.		Transposição da barreira de energia pelos reagentes.
		
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enquanto existe somente um carro, existe uma enorme quantidade de partículas de reagentes. ▪ Carros se movimentam muito lentamente se comparados com às partículas submicroscópicas. ▪ Carros mantêm as características químicas de sua estrutura ao transporem o morro, enquanto reagentes se transformam em novas substâncias (produtos). 		

O que é uma patente?

Patente é um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Em contrapartida, o inventor se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria

protegida pela patente.

Prós e contras sobre as patentes de fármacos

Alguns afirmam que a falta de recompensa ao esforço inventivo pode levar ao subinvestimento em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D). Assim, como a indústria farmacêutica se caracteriza pelo modelo de busca da lucratividade, os investimentos em P&D têm por objetivo ganho de competitividade frente a produtos estabelecidos no mercado. Considerando-se o alto nível de incerteza envolvido na P&D de novos fármacos, a ausência de patentes possibilitaria que outras empresas se apropriassem do conhecimento desenvolvido, participando dos lucros na comercialização do produto sem arcar com o ônus de seu desenvolvimento, uma vez que os custos elevados de pesquisa se contrapõem a custos variáveis de produção relativamente baixos. Nesse sentido, a proteção patentearia pode ser vista como uma forma de conceder exclusividade à empresa que introduzir produtos inovadores no mercado e, portanto, incentivar a atividade inventiva. Além disso, ainda alega-se que o índice de perda entre projetos iniciados e medicamentos aprovados para comercialização é alto. São poucas as moléculas desenvolvidas que passam para a fase de testes clínicos e, depois, chegam a ser comercializadas. Essa incerteza prevalece também sobre a receptividade do mercado, já que estudos mostram que apenas 30% dos medicamentos conseguem recuperar o investimento realizado. No que tange ao abandono de projetos, explicam que esse fato está relacionado a uma perspectiva ruim de vendas, sendo que as empresas preferem concentrar desfavorecidos. Medicamentos que lideram as vendas no mercado (blockbuster drugs) e não obrigatoriamente orientam a pesquisa conforme as necessidades identificadas para tratamentos de saúde. Em contrapartida, a exclusividade de mercado, a concentração das vendas a um número reduzido de empresas e a baixa substitutibilidade entre produtos farmacêuticos de diferentes classes terapêuticas permitem a prática de preços excessivos. Como a patente farmacêutica veda a entrada de medicamentos genéricos no mercado durante o período em que vigora a proteção, a concorrência fica limitada à existência de equivalentes terapêuticos. Quando da ausência de substitutos, medicamentos inovadores tendem a apresentar preços elevados. Portanto, dependendo do poder de compra



de uma determinada população, assim como do volume do orçamento destinado a programas públicos de saúde, medicamentos essenciais mais caros podem permanecer inacessíveis por um longo período de tempo. Evidencia-se, portanto, um forte desequilíbrio entre interesses industriais, devidamente protegidos no atual regime da propriedade intelectual, e interesses sociais, como a promoção da saúde pública, que, em vista do preço de medicamentos, encontra-se fortemente fragilizada no caso dos países economicamente desfavorecidos.

Argumento a favor: Eu sou a favor do patenteamento dos medicamentos, pois se não fosse pela criação dos direitos patentários, certamente um grande número de medicamentos hoje existente não teriam sido inventados, pois não haveria qualquer incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento que são atividades extremamente caras, demoradas e de resultados imprevisíveis.

Assim como os direitos autorais, a função da patente é dar o devido crédito e incentivo aos criadores de novas tecnologias, além de proteger o novo produto de pessoas que possam colocá-lo no mercado a preços mais baixos do que o aquele que realmente vale. O preço mais baixo é possível porque o plágio é muito mais barato de ser feito, já que não tem custo nenhum com pesquisa e desenvolvimento. Assim, para um inventor, é indispensável que seu produto seja patenteado antes da divulgação, evitando assim as cópias. Você acha justo uma pessoa pesquisar, ter muito trabalho e gastos para descobrir algo e depois vir outra pessoa e copiar sua invenção com gastos e trabalho menores?

Em defesa das patentes farmacêuticas, a *Pharmaceutical Research and Manufacturers of America* (PhRMA, Estados Unidos) argumenta que o custo médio para o lançamento de um novo medicamento pode atingir 800 milhões de dólares, sendo que todo o processo, desde a descoberta da molécula, a realização de testes pré-clínicos e clínicos à entrada de um medicamento no mercado, pode levar entre 10 e 15 anos. Ademais, alega-se que o índice de perda entre projetos iniciados e medicamentos aprovados para comercialização é alto. São poucas as moléculas desenvolvidas que passam para a fase de testes clínicos e depois chegam a ser comercializadas. Essa incerteza prevalece também sobre a receptividade do mercado, uma vez que estudos mostram que apenas 30% dos medicamentos conseguem recuperar o investimento realizado (MEINERS, 2008).

Quadro 2: Quadro de mapeamento da analogia a favor das patentes

Análogo (livros)	Correspondência	Alvo (remédios)
Tirar vantagem na reprodução de um livro sem licença.		Tirar vantagem na venda de fármacos não patenteados.
O processo criativo da escrita e os serviços de editoração, gráfica e divulgação de um novo livro são caros, demorados e de resultados imprevisíveis.		P&D de novos fármacos são atividades caras, demoradas e de resultados imprevisíveis.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A necessidade da população por remédios é muito maior do que a por livros, já que envolve questões de saúde. 		

Argumento contra: Eu sou contra o patenteamento de medicamentos, pois os preços dos medicamentos, são fortemente impactados pelas patentes, que garantem monopólio de exploração por 20 anos, impedindo a produção de genéricos e dificultando assim a viabilidade de políticas públicas de acesso a medicamentos. Imagine se seu parente, com uma condição financeira difícil, precisasse de medicamentos de alto custo. Você acharia justo pagar um preço elevado ou até mesmo ficar sem o remédio?

A exclusividade de mercado, a concentração das vendas a um número reduzido de empresas e a baixa substitutibilidade entre produtos farmacêuticos de diferentes classes terapêuticas permitem a prática de preços excessivos. Como a patente farmacêutica veda a entrada de medicamentos genéricos no mercado, durante o período em que vigora a proteção, a concorrência fica limitada à existência de equivalentes terapêuticos. Quando da ausência de substitutos, medicamentos inovadores tendem a apresentar preços elevados.

Portanto, dependendo do poder de compra de uma determinada população, assim como do volume do orçamento destinado a programas públicos de saúde, medicamentos essenciais mais caros podem permanecer inacessíveis por um longo período de tempo em detrimento de pessoas que necessitam de tratamento. Evidencia-se, portanto, um forte


desequilíbrio entre interesses industriais, devidamente protegidos no atual regime da propriedade intelectual, e interesses sociais, como a promoção da saúde pública, que, em vista do preço de medicamentos, encontra-se fortemente fragilizada no caso dos países economicamente desfavorecidos (MEINERS, 2008).

Quadro 3: Quadro de mapeamento da analogia contra as patentes

Análogo (supermercados)	Correspondência	Alvo (remédios genéricos)
A desmonopolização de supermercados promove uma maior variedade de preços dos produtos comercializados.	↔	A produção de genéricos permite a venda de medicamentos com preços variados, tornando-os mais acessíveis.
A variedade de supermercados pode evitar a desnutrição e até a morte de pessoas por falta de uma alimentação adequada.	↔	A comercialização de genéricos pode evitar o agravamento de doenças e até a morte de pessoas por falta de medicamento.
Limitações		
<ul style="list-style-type: none"> • A alimentação pode ser preventiva de doenças já os medicamentos podem ser curativos. 		

AULA 2- Construção de argumentos por analogia sobre as patentes

Com base na discussão realizada na aula anterior, construa seus próprios argumentos por analogia a fim de defender sua posição (favor ou contra as patentes) perante os colegas com base nesses argumentos. Após o mapeamento das similaridades no quadro abaixo, explicita as limitações das comparações elaboradas.

Análogo	Correspondência	Alvo
		
Limitações		

AULA 3- Texto com um caso, para introduzir a questão problema.

Em uma pequena cidade, chamada Ósmio, localizada no interior de São Paulo, alguns pesquisadores de uma universidade de uma cidade vizinha ao investigaram o terreno da cidade em um de seus trabalhos de campo. Eles perceberam que em Ósmio havia muito minério de ferro.

Esses pesquisadores publicaram os resultados do estudo em uma revista de grande divulgação. Uma empresa de mineração que teve acesso a tal pesquisa manifestou seu interesse em explorar o minério na cidade, enviando um representante para conversar com o prefeito, que acabara de tomar posse.

O representante passou um vídeo para o prefeito sobre uma das cidades que havia recebido os serviços da empresa (o vídeo será passado pelo professor).



O prefeito ficou dividido com a proposta, devido ao fato da cidade se encontrar em crise e com um alto índice de desemprego. Por outro lado, a população preocupava-se bastante com a preservação do meio ambiente e ele sabia que os recursos minerais não são renováveis e um dia acabariam.

Admitindo-se que você é o prefeito dessa cidade, que acabou de ser eleito, e terá que decidir se implementará ou não a atividade mineradora na cidade. E aí, você seria contra ou a favor a implementação

AULA 4 - Atividade investigativa

Em relação à influência da concentração de um metal sobre o desenvolvimento de um ser vivo, na figura 2 temos isso esquematizado. Na Figura 2(a), tem-se um metal essencial ao organismo, para o qual, inicialmente, o aumento da concentração acarreta melhoria em seu desenvolvimento, que passa de deficiente para ótimo. Entretanto, acima de uma faixa de concentração ótima, o metal passa a exercer uma ação tóxica sobre o desenvolvimento do ser vivo, sendo que há um limite de concentração, acima do qual o metal é letal. Na Figura 2(b), tem-se um metal não essencial ao organismo. Para este, há uma faixa de concentração em que o organismo tolera sua presença. Novamente, acima de determinados limites de concentração, este se torna tóxico e, em seguida, letal. É importante destacar que a essencialidade não é característica única dos metais, ocorrendo com outros elementos químicos.

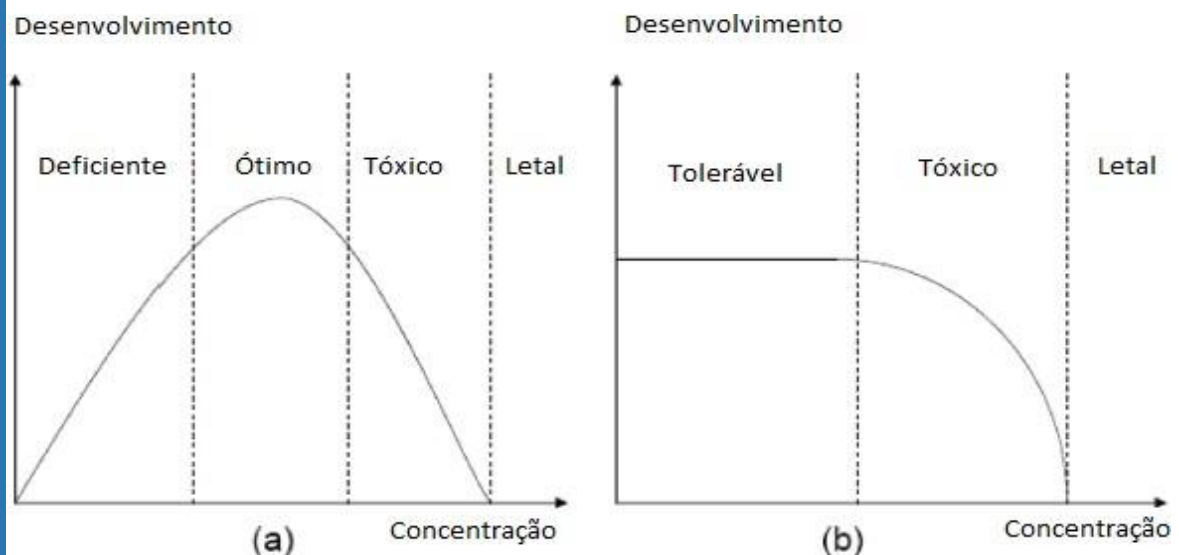


Figura 1. Comportamento de metais no organismo: (a) essencial e (b) não essencial.

Para o ser humano, existem 14 metais essenciais: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, zinco, cobre, estanho, vanádio, cromo, manganês, molibdênio, cobalto e níquel (EMSLEY, 2001). Dessa relação, pode-se

constatar que até alguns metais considerados tóxicos em concentrações elevadas, como zinco, cobre, cromo e níquel, são fundamentais ao metabolismo em baixas concentrações (EMSLEY, 2001). Dessa relação, pode-se constatar que até alguns metais considerados tóxicos em concentrações elevadas, como zinco, cobre, cromo e níquel, são fundamentais ao metabolismo em baixas concentrações.

Figura 2: Processo de Biomagnificação e bioacumulação

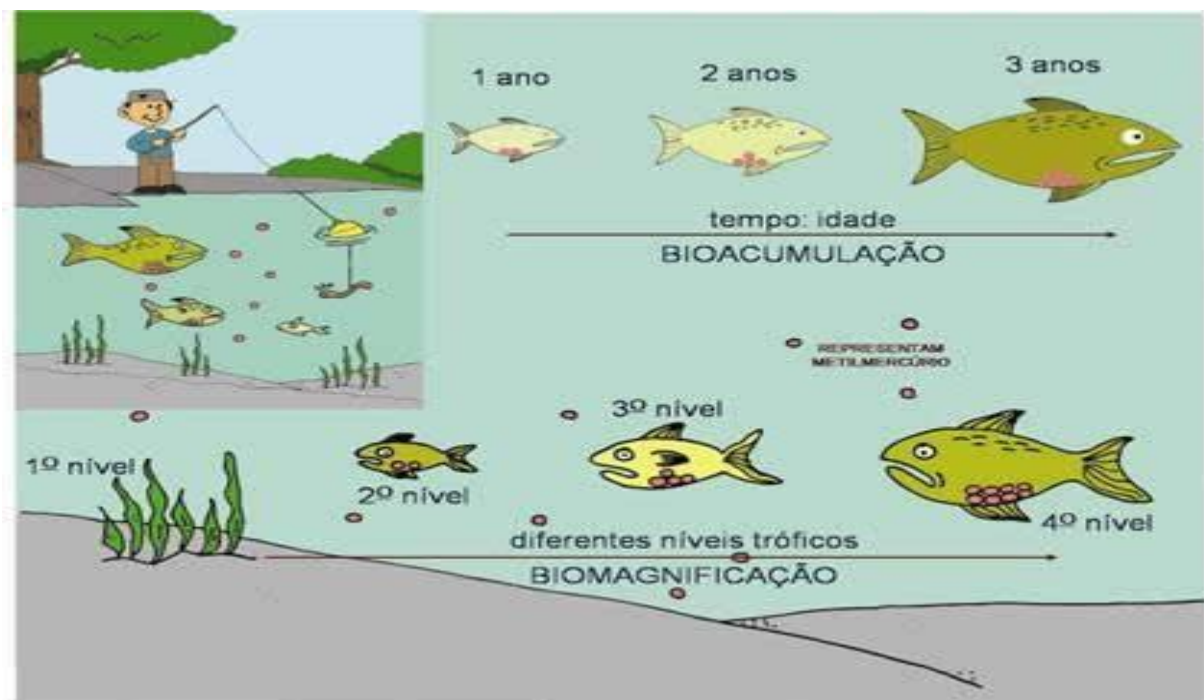




Figura 3: Esquema de contaminação no organismo



Análogo	Correspondência	Alvo
		
Limitações		

Análogo	Correspondência	Alvo
		
Limitações		

AULA 8- Produção de argumentos por analogia

O que é CFEM?

No Brasil, a atividade de mineração é realizada sob o regime de concessão pública realizada pelo Ministério de Minas e Energia e operacionalizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

A Constituição Federal estabeleceu que as jazidas e os depósitos minerais constituem bens da União, distinguindo a propriedade do solo à do subsolo. Para o desenvolvimento da atividade de mineração, foi previsto o aproveitamento econômico do produto da lavra através das concessões.

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) é uma contraprestação paga à União pelo aproveitamento econômico desses recursos minerais. Os recursos recolhidos de CFEM são distribuídos aos Estados, Distrito Federal, Municípios e órgãos da administração da União, sempre relacionados ao local onde é realizada a exploração do minério. Esses recursos podem ser aplicados em projetos que revertam em benefícios da comunidade local, seja em melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde ou educação.

A distribuição desses recursos é realizada da seguinte maneira:

12% - Destinados a União e distribuídas entre o DNPM, Ibama e MCT/FNDCT;

23% - Repassados ao Estado de origem da extração;

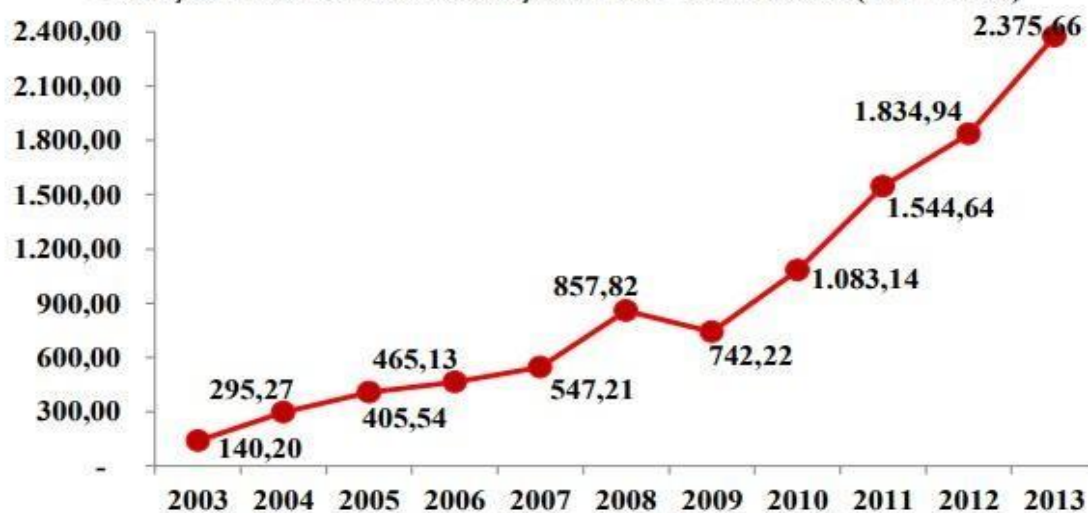
65% - Destinados ao município onde ocorre a extração.

Arrecadação da CFEM (R\$) no biênio 2011/2012

Unidade da Federação	2012	2013	Δ%
AC	147.448,64	217.417,58	47,45
AL	1.609.420,82	1.921.322,45	19,38
AM	5.175.941,83	7.161.022,14	38,35
AP	16.488.374,63	12.068.451,75	(26,81)
BA	37.249.639,02	47.532.271,89	27,60
CE	3.325.053,71	3.914.921,65	17,74
DF	2.999.263,20	3.026.578,30	0,91
ES	8.941.564,79	11.869.356,25	32,74
GO	74.401.889,09	69.128.884,24	(7,09)
MA	4.903.671,85	5.233.967,26	6,74
MG	974.497.742,65	1.204.735.884,99	23,63
MS	19.760.398,90	28.677.053,73	45,12
MT	10.747.422,04	16.554.372,22	54,03
PA	524.276.795,66	804.541.264,28	53,46
PB	3.766.381,35	3.864.395,38	2,60
PE	5.942.211,39	6.461.729,47	8,74
PI	1.670.363,01	1.874.176,79	12,20
PR	10.589.648,79	13.031.361,53	23,06
RJ	17.319.353,48	15.401.491,90	(11,07)
RN	1.687.071,55	2.469.538,35	46,38
RO	3.460.824,24	4.331.648,18	25,16
RR	147.142,19	260.096,45	76,77
RS	14.305.818,33	15.976.016,77	11,67
SC	15.250.810,12	18.397.257,13	20,63
SE	19.050.667,39	17.693.914,59	(7,12)
SP	51.745.647,33	55.567.487,15	7,39
TO	2.910.904,79	3.748.381,66	28,77

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR)

Evolução Histórica da Arrecadação CFEM – 2003 a 2013 (R\$ milhões)



Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR)

Tabela 3: Maiores contribuintes da CFEM no exercício de 2013

	Empresa	Recolhimento CFEM (R\$)
1	Vale S A	1.282.913.342,81
2	Minerações Brasileiras Reunidas S.A.	353.862.647,55
3	Companhia Siderúrgica Nacional	33.805.821,89
4	Baovale Mineração S.A.	22.476.765,08
5	Mineração Maracá Indústria e Comercio S.A.	21.995.368,98
6	Salobo Metais S.A.	19.309.251,13
7	Mineração Caraíba S.A.	17.946.690,83
8	Samarco Mineração S.A.	17.302.215,58
9	Mineração Usiminas S.A.	16.042.349,26
10	Kinross Brasil Mineração S.A.	15.889.347,43

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR)

Tabela 4: Maior arrecadação por substância mineral - 2013

	Substância	Recolhimento CFEM (R\$)
1	MINÉRIO DE FERRO	1.815.851.042,79
2	MINÉRIO DE COBRE	96.244.180,98
3	MINÉRIO DE OURO	57.145.989,17
4	CALCÁRIO DOLOMÍTICO	45.365.500,12
5	GRANITO	44.550.411,16
6	MINÉRIO DE ALUMÍNIO	38.002.797,99
7	FOSFATO	29.434.679,09
8	AREIA	28.951.234,52
9	MINÉRIO DE NÍQUEL	21.607.189,62
10	MINÉRIO DE MANGANÊS	20.243.675,76

Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) / Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios (DIPAR)

AULA 11- Posicionamento crítico diante da situação- problema

Diante das informações e conhecimentos adquiridos durante as atividades, avalie o que você faria na seguinte situação: “Se você estivesse na situação do prefeito de Ósmio, aceitaria ou não a proposta oferecida pela empresa?”. Nesse momento, você não precisa se basear na posição que defendeu no júri mas, terá a liberdade de defender o que realmente pensa a respeito.

Para isso, redija um texto com seu posicionamento por meio de argumentos por analogia que você considera mais plausível, trazendo evidências e justificativas para as afirmativas feitas. E, justifique também, os pontos positivos e negativos de sua escolha em relação à outra possível opinião.

Quadro 4: Auxílio para o professor na discussão da atividade 3, contendo informações de alguns metais pesados.

Metals	Utilização	Função biológica	Toxicidade
Arsênio	Metalurgia; fabricação de vidros e fundição.	Nenhuma conhecida em humanos.	No organismo humano, o As (inorgânico e orgânico) é rapidamente excretado pelo fígado e pelos rins. As formas orgânicas do As não são tóxicas a saúde. Os sinais e sintomas causados diferem entre indivíduos, grupos populacionais e áreas geográficas, podendo variar desde lesões de pele, problemas respiratórios, doenças cardiovasculares e distúrbios neurológicos até vários tipos de câncer.

Alumínio	Produção de artefatos de alumínio; serralheria; soldagem de medicamentos (antiácidos) e tratamento convencional de água.	O Al é importante para a formação da matriz óssea e mineralização, sendo responsável pelo metabolismo do cálcio.	Anemia por deficiência de ferro; intoxicação crônica.
-----------------	--	--	---

Cádmio	Soldas; tabaco; baterias e pilhas.	Nenhuma conhecida em humanos.	Moderadamente tóxico para todos os organismos. É um veneno cumulativo em mamíferos. No homem, causa distúrbio renal e está possivelmente associado à hipertensão. Substitui o Zn em algumas enzimas, impedindo a sua atuação.
---------------	------------------------------------	-------------------------------	---

Chumbo	Fabricação e reciclagem de baterias de autos; indústria de tintas; pintura em cerâmica; soldagem.	Nenhuma conhecida em humanos.	Os efeitos são a neurotoxicidade, distúrbios hematológicos, distúrbios renais, hipertensão arterial, carcinogenicidade com evidência suficiente em animais e evidência inadequada em humanos (IARC). Também apresenta efeitos reprodutivos com possível aumento de abortos, malformações, natimortos e redução na contagem de espermatozoides.
Cromo	Indústrias de corantes, esmaltes, tintas, ligas com aço e níquel, cromagem de metais.	Essencial para o metabolismo de lipídeos, glicose e proteínas.	Altamente tóxico como Cr6+ (carcinogênico) e moderadamente tóxico como Cr3+. Ao Cr está associado o desenvolvimento de úlceras e predisposição à carcinogênese como Cr3+. Ao Cr está associado o desenvolvimento de úlceras e predisposição à carcinogênese.

Ferro	<p>Fertilizantes na agricultura, efluentes de esgoto municipais e industriais e atividades de mineração, fundição, soldagem, polimento de metais e o uso de compostos de ferro como agentes antidetonantes da gasolina.</p>	<p>Exerce a função como elemento estrutural do grupo heme na hemoglobina, proteína responsável pelo transporte do O₂ e do CO₂ no sangue.</p>	<p>O excesso de Fe no organismo ocasiona a hemocromatose que se caracteriza por pigmentação amarelada na pele, lesão pancreática com diabetes, cirrose hepática, incidência elevada de carcinoma hepático.</p>

Zinco	Na mineração, a produção de aço e a queima de carvão e lixo.	Essencial para todos os organismos. Participa de reações que envolvem ou a síntese ou a degradação de metabólitos tais como: carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucléicos.	Moderada a ligeiramente tóxico. Sintomas de toxicidade incluem: náusea, vômito, dor epigástrica, diarréia, tontura, anemia, febre e distúrbios do sistema nervoso central.
--------------	--	--	--

Apêndice 3: Entrevista

ROTEIRO PARA A ENTREVISTA

1. Nas atividades 1 e 2 vocês foram introduzidos na argumentação de analogia. Assim, seu grupo foi solicitado a apresentar uma posição perante às patentes de medicamentos (decidir sobre defender ou não o patenteamento de remédios diante de aspectos como: investimentos com pesquisa, trabalho do pesquisador, valor do medicamento, saúde pública, entre outros) com base em argumentos por analogia. Você considera que essas atividades ajudaram no momento de você se posicionar frente à questão-problema (implementação da atividade mineradora na cidade de Ósmio)? Por quê?

2. Qual foi seu parecer diante da questão-problema apresentada na atividade 3 (implementação da atividade mineradora na cidade de Ósmio)?

2.1 Essa decisão foi fácil de ser tomada? Por quê?

2.2 Para se posicionar perante essa questão você se baseou em que?

2.3 Quais argumentos você pensou/construiu para sustentar seu posicionamento?

2.4 Você consegue dizer se existe algum argumento de analogia pensado por você foi decisivo para o seu posicionamento diante da questão- problema?

2.5 Você acredita que as informações discutidas no decorrer das atividades (sobre metais pesados, solubilidade, concentração de soluções, bioacumulação, biomagnificação, toxicidade de elementos químicos, entre outras) foram suficientes para a consolidação do seu posicionamento? Por quê?

3. Existe alguma informação/conceito que você acredita que poderia ter sido discutido durante as aulas?

3.1 Se sim, qual? Por quê?

4. Durante as atividades você e seus colegas tiveram acesso à informações e conhecimentos importantes para a definição da sua opinião. Foi pedido a vocês que elaborassem argumentos por analogia para explicar, por exemplo, os resultados observados no experimento referentes aos efeitos dos metais pesados nas plantas.

4.1 Essas atividades auxiliou você no parecer final? Se sim, como? Se não, por quê?

4.2 Em relação ao parecer dos outros colegas, o que você considera pertinente ou não?

5. O que você achou das atividades sobre a mineração desenvolvidas em sala de aula?

5.1 Você considera que as aulas de Química da forma como elas acontecem, promoveriam a discussão do assunto (mineração) com o mesmo impacto? Por quê?

6. Discutir sobre um tema que está sendo apresentado à sociedade pela mídia e outros meios, fizeram como que você se sentisse mais seguro para opinar sobre? Por quê?