

INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO

CÂMPUS BARRETOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVO DOS ARGUMENTOS ELABORADOS POR
ESTUDANTES NO ÚLTIMO ANO DO ENSINO BÁSICO: UM ESTUDO A PARTIR DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A INTERDEPENDÊNCIA DA VIDA, A INTERVENÇÃO
HUMANA E OS DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS

MATHEUS ALMEIDA GARCIA DE ANDRADE

Barretos

2021

INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO

CÂMPUS BARRETOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVO DOS ARGUMENTOS ELABORADOS POR
ESTUDANTES NO ÚLTIMO ANO DO ENSINO BÁSICO: UM ESTUDO A PARTIR DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A INTERDEPENDÊNCIA DA VIDA, A INTERVENÇÃO
HUMANA E OS DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS

MATHEUS ALMEIDA GARCIA DE ANDRADE

ORIENTADORA: ALESSANDRA FIGUEIREDO KIKUDA SANTANA

CO-ORIENTADOR: RODRIGO ZIERI

Barretos

2021

A554a Andrade, Matheus Almeida Garcia de Andrade

Análise quali-quantitativo dos argumentos elaborado por estudantes no último ano do ensino básico: um estudo a partir de uma sequência didática sobre a interdependência da vida, a intervenção humana e os desequilíbrios ambientais / Matheus Almeida Garcia e Andrade. – 2021.

30 f. : il.; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de São Paulo - Campus Barretos, 2021.

Orientação: Profa. Dra. Alessandra Figueiredo Kikuda Santana

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Zieri

1. Ensino de Ciências. 2. Argumentação sóciocientífica.
3. Desequilíbrio ambiental. I. Título.

CDD: 370.1

Ficha Catalográfica elaborada pela bibliotecária Juliana Alpino de Sales CRB 8/8764,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SUMÁRIO

RESUMO	5
INTRODUÇÃO.....	6
ARGUMENTAÇÃO SOCIOCIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	7
OBJETIVOS	9
METODOLOGIA.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25

RESUMO

O interesse em pesquisas sobre argumentação no ensino de Biologia tem crescido, entretanto aqueles com temática envolvendo questões sociocientíficas carecem de investigações. O presente trabalho tem como objetivo promover a construção de uma fundamentação teórica para o ensino da argumentação sociocientífica a partir da análise dos argumentos escritos por estudantes do Ensino Médio sobre uma questão relacionando a mineração, a crescente demanda por metais e os impactos socioambientais dessa atividade econômica. Os temas identificados nos fundamentos dos textos produzidos incluíram o consumismo e os impactos à saúde humana e ambiental relacionados ao descarte irregular de lixo eletrônico. Poucas evidências científicas fundamentaram os textos e a principal forma de raciocínio informal identificada foi a consequencialista, que leva em consideração causas e consequências das ações e acontecimentos. Já as propostas de intervenção focaram em ações de plano individual, deixando de lado ações de plano coletivo e institucionais. Conclui-se que a argumentação sobre questões sociocientíficas tem grande relevância para a promoção do pensamento crítico e da cidadania e que os fundamentos teóricos sintetizados permitem a condução de futuras investigações que visem avaliar sua efetividade e que busquem aprimorá-los.

INTRODUÇÃO

Como apontado por Lima (2004), no final do século XX - especialmente nas décadas de 1980 e 1990 - a educação ambiental emergiu no âmbito internacional e nacional como um amplo campo de conhecimento e ação que tinha como propósito a reconstrução das relações entre educação, sociedade e meio ambiente por meio de respostas teóricas e práticas frente às questões inerentes a crise socioambiental de caráter global enfrentada pela humanidade.

Guimarães (2004) argumenta que questões sociais e ambientais da atualidade possuem uma estreita relação desde suas origens até suas consequências, por isso propõe a utilização do termo socioambiental, buscando superar tendências fragmentárias, dualistas e dicotômicas presentes em nossa sociedade. Tais tendências, segundo o autor, estão relacionadas ao que ele denomina por educação ambiental conservadora, alicerçada numa concepção fragmentada, simplificada e reducionista da realidade socioambiental.

Historicamente, estabeleceu-se uma hierarquia que sobrepõe a humanidade sobre a natureza, a partir de perspectivas antropocêntricas que legitimam uma lógica de dominação humana sobre o ambiente. Esta perspectiva acabou por contribuir para uma maior dificuldade em compreender a realidade socioambiental em sua complexidade (GUIMARÃES, 2004). Além disso, fatores como uma educação ambiental puramente técnica ou que foca em aspectos biológicos/ecológicos mascaram os conflitos éticos e políticos inerentes à questão ambiental (LIMA, 1999).

Portanto, defende-se uma educação ambiental crítica, que se contraponha à conservadora, no sentido de estimular os sujeitos a desenvolverem uma leitura de mundo mais complexa e instrumentalizada para que possam contribuir no processo de transformação da realidade socioambiental e, conseqüentemente, superar as crises vivenciadas por nós.

Lima (1999) não nega a existência da dimensão técnica, mas argumenta que a técnica deve ser subordinada à política e a critérios éticos ao elaborar-se e implementar-se respostas aos problemas socioambientais. Ele acrescenta ainda que:

“[...] a educação e a problemática ambiental são, antes de tudo, questões políticas que envolvem valores, interesses e concepções de mundo divergentes, e que podem assumir direções mais conservadoras ou emancipatórias. Daí a importância de investigar os conteúdos políticos e éticos que fundamentam as propostas educativas praticadas em nossa vida sociocultural”. (p.150)

Razera e Nardi (2006) argumentam que o ensino de ciências deve ser pautado não só pelo interesse sobre o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos, mas também pelo desenvolvimento moral, o que requer a inclusão de questões éticas na práxis pedagógica. Também defendem que as escolas e universidades devem rever seus posicionamentos caso não estejam preocupadas com tais questões, pois a não consciência dos professores com relação a seus papéis e aos papéis da escola e da universidade no desenvolvimento moral dos educandos aponta falhas nas formações inicial e continuada de professores.

Ao propor a incorporação da bioética no ensino médio como um tema interdisciplinar e transversal, um dos objetivos é socializar o debate ético e moral acerca do desenvolvimento científico

e tecnológico, bem como de questões relacionadas ao impacto ambiental promovido pela ação humana, as desigualdades sociais, as manifestações discriminatórias e preconceituosas, a manipulação genética, entre outras. A abordagem da bioética visa o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, pautada na formação de cidadãos com habilidades de análise crítica, de respeito à diversidade de opiniões, de comunicação, de argumentação e tomada de decisões (JÁCOME e SILVA, 2018).

ARGUMENTAÇÃO SOCIOCIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A atividade argumentativa é inerente à natureza social dos seres humanos, e faz parte das interações sociais nos mais diferentes contextos, principalmente nos ambientes de ensino, e encontra-se presente em várias etapas da investigação científica; é empregada para justificar escolhas de programas de pesquisa ou de teorias, e é considerada uma prática epistêmica da ciência, presente na fronteira entre a cultura científica e a cultura escolar (LEITÃO, 2011; SASSERON, 2015; SCARPA, 2015). Levando em conta o papel da argumentação para a descoberta e a comunicação científica, para o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, de investigação, de comunicação e persuasão, o planejamento e realização de práticas educativas que promovam a argumentação - seja escrita, dialógica, individual ou coletiva - é essencial para a educação científica que se deseja para o ensino médio.

A argumentação sociocientífica se diferencia da argumentação científica por representar a construção de argumentos com base, entre outros fatores, em valores. Como discute Simonneaux (2007), a argumentação sobre questões sociocientíficas põe em questionamento os sistemas de valores, práticas e as fundações simbólicas da sociedade. De acordo com a autora, a argumentação sociocientífica depende do contexto formado a partir da estratégia de ensino empregada, do tópico de debate, bem como da influência pessoal dos próprios estudantes e dos docentes. Entre os desafios de implementação pode-se incluir a questão da interdisciplinaridade e complexidade, a administração das incertezas e controvérsias relacionadas aos temas, os potenciais conflitos intersubjetivos, bem como a ilusão da neutralidade por parte dos docentes.

Portanto, são necessários esforços para que o corpo docente seja formado para fomentar as habilidades argumentativas entre os estudantes, o que pode ser alcançado a partir do enfrentamento dos desafios de inclusão da argumentação sociocientífica nas práticas pedagógicas e do ensino explícito de argumentação na formação inicial e continuada de professores (IBRAIM; JUSTI, 2017). A aquisição de conhecimentos e habilidades interdisciplinares que envolvam a argumentação e tomada de decisões sobre questões controversas relacionadas a conflitos de valores são questões que tem demonstrado crescente interesse da comunidade de professores e pesquisadores do ensino de ciências, trazendo para a discussão debates teóricos relacionados à contribuição e ao valor do ensino de ciências para a educação como um todo (DEVELAKI, 2007).

Conrado (2017) sustenta que a abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências tende a promover o letramento científico crítico pois nele as dimensões éticas e políticas são centrais. Há a explicitação e questionamento de crenças, ideologias e valores hegemônicos, prioriza-se o desenvolvimento de capacidades de pensamento, argumentação e diálogo críticos, bem como o exercício da cidadania a partir de ações sociopolíticas visando a resolução de problemas nos níveis local, regional e global, promovendo assim justiça social e ambiental.

A partir de um levantamento das publicações em eventos e revistas científicas feitos por Sá e Queiroz (2011) sobre a argumentação no ensino de Ciências até 2009, revela-se que a maior parte dos trabalhos estão nos ENPEC, o que sugere que a temática passou a ser investigada recentemente. Dentre essas publicações, o foco temático da maioria se concentra na formação docente e no desenvolvimento de estratégias promotoras de argumentação, entretanto poucos tratam da elaboração de modelos para a análise da argumentação ou de mecanismos de ensino de argumentação. Nesse contexto, o presente trabalho de cunho exploratório, tem como foco temático a síntese de fundamentos teóricos para o ensino da argumentação sociocientífica a partir da avaliação da qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Elaborar fundamentos teóricos para o ensino da argumentação sociocientífica a partir da avaliação da qualidade dos argumentos escritos pelos estudantes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os temas encontrados dos Fundamentos dos argumentos;
- Identificar os níveis de evidências presentes nos Fundamentos;
- Identificar as formas de raciocínio informal presentes nos textos;
- Identificar os temas e as propostas de intervenção para resolução do problema presentes nas Conclusões dos argumentos;
- Avaliar os textos com base na qualidade do conteúdo e da estrutura;
- Sintetizar discussões para compor a fundamentação teórica sobre o ensino da argumentação sociocientífica;

METODOLOGIA

Os textos produzidos pelos alunos foram analisados a fim de contemplar um quadro analítico qualitativo e quantitativo dos aspectos estruturais e de conteúdo dos argumentos (FOONG e DANIEL, 2010; CHRISTENSON, 2015), considerados aqui como objetos de estudo¹, ou seja, foram analisados no presente trabalho os textos em si e não o processo dialógico e/ou coletivo de construção de argumentos. De acordo com o modelo de argumentos de Toulmin (MAT), apresentado em 1958 pelo filósofo britânico Stephen Toulmin em sua publicação *The Uses of Argument*, os componentes básicos de um argumento são os Dados (D) e as Justificativas (J), que se articulam para dar suporte à Conclusão (C) (SÁ, KASSEBOEHMER e QUEIROZ, 2014). No presente trabalho, assim como Zohar e Nemet (2002) e Foong e Daniel (2010), optamos por adaptar o MAT, pois como argumenta Erduran (2018), o modelo apresenta um “horizonte de possibilidades” no ensino de ciências, podendo servir tanto para propósitos metodológicos nas pesquisas, quanto para propósitos relacionados a práxis educativa.

Agrupou-se os Dados (D) e as Justificativas (J) entre os Fundamentos (F) dos argumentos, que por sua vez dão suporte às Conclusões (C). No presente trabalho, foram considerados como elementos estruturais dos argumentos os (F) e as (C), portanto consideramos como unidade de análise dos textos a divisão dos parágrafos entre os (F) e as (C). Por possibilitar uma ampla variedade de abordagens, tanto para elaborar propostas de intervenção nas (C) baseadas em evidências e em distintas formas de raciocínio informal nos (F), as seguintes questões foram propostas: (a) Quais temas os estudantes contemplarão em seus Fundamentos?; (b) Qual a natureza das evidências utilizadas pelos estudantes em seus Fundamentos?; (c) Quais formas de raciocínio informal podem ser identificadas nos Fundamentos dos textos?; (d) Quais temas estão presentes nas Conclusões dos textos?; (e) Quais serão as propostas de intervenção expressas nas Conclusões?; (f) Qual o nível de qualidade dos argumentos considerando tanto os aspectos estruturais quanto os de conteúdo?; e (g) A sequência didática estava adequada para atingir o propósito de associar os conteúdos de Biologia à Bioética? A partir de tais questões buscou-se analisar os argumentos dos estudantes.

A análise dos Fundamentos se inicia com a identificação, categorização e quantificação dos temas abordados nos textos. Em seguida são categorizadas e quantificadas as evidências utilizadas pelos estudantes entre sociais/econômicas, ambientais ou científicas. Para diferenciar as evidências científicas das ambientais, optou-se por categorizar como *científicas* aquelas que abordassem dados científicos ou terminologias específicas e como *ambientais* as que abordassem informações de forma generalizada. Para finalizar a análise dos Fundamentos foram identificadas as formas de raciocínio informal nos argumentos, categorizou-se entre 1) consequencialista, quando considera as consequências das ações; 2) baseado em princípios morais, como a responsabilidade, por exemplo, quando faz uso de tais princípios; 3) baseado em riscos, quando faz avaliação de riscos e consequências de ações ou fenômenos e 4) baseado em vantagens e desvantagens, a partir dos trabalhos de Zohar e Nemet (2002), Sadler e Zeidler (2004) e Kolstø (2006). O raciocínio moral é considerado como integrante do raciocínio informal quando se trata de questões sociocientíficas ou socioambientais (SADLER, 2004a) e, por esta razão, foi inserida nessa análise. A argumentação serve como um quadro

¹ JIMENEZ-ALEIXANDRE e BROCCOS (2015) consideram que seja mais relevante para o ensino de ciências o estudo de práticas dialógicas de argumentação, sendo possível assim estudar tanto os *argumentos* quanto os *processos argumentativos*; entretanto, independentemente de quais sejam os objetos do estudo é importante delimitá-los.

para estimular e acessar tanto o raciocínio informal e seus aspectos morais, quanto habilidades relacionadas ao uso de evidências e de tomada de decisões (SADLER e ZEIDLER, 2004; SADLER e ZEIDLER, 2005; ASEM, 2010; FANG, HSU e LIN, 2018). Portanto, avaliar, se posicionar e tomar decisões a respeito de questões complexas e sem solução definitiva, como as questões socioambientais ou sociocientíficas, depende do raciocínio informal, entendido como uma categoria alternativa ao raciocínio formal pautado na lógica matemática; se caracteriza como um raciocínio que se debruça sobre causas e consequências, vantagens e desvantagens ou prós e contras (ZO HAR e NEMET, 2002; SADLER, 2004a).

Dando sequência à análise foi preciso identificar, categorizar e quantificar os temas abordados nas Conclusões e identificar as propostas de intervenção para resolução do problema. Posteriormente, classificar os níveis dos textos com base no quadro analítico do MATMod (FOONG e DANIEL, 2010). Foong e Daniel (2010) elaboraram um quadro analítico de argumentos com base no modelo de argumentos de Toulmin (Tabela 1) que estabelece níveis aos argumentos, considerando os aspectos estruturais e de conteúdo. Por exemplo, no nível 1 o argumento compõe uma decisão ou conclusão sem fundamentos que a suportem devidamente; no nível 2 a decisão/conclusão contém fundamentos válidos, apesar de serem breves por não demonstrarem a articulação de evidências científicas, ambientais e sociais, exemplos ou elaboração, porém não contém refutação. A partir de uma simples adaptação da descrição desses níveis, se tornou relevante também avaliar: (e) Quais os níveis dos argumentos escritos pelos estudantes? Como critério para classificar os Fundamentos como descrições “breves” ou “detalhadas”, consideramos que as descrições detalhadas são as que possuem a articulação de evidências científicas, sociais e ambientais, exemplos e elaboração e que as breves não incluem tais fatores. As refutações consistem em afirmações que apontam as limitações presentes no texto, seja em seu conteúdo, ou seja, nas ideias ali contidas, ou mesmo no conjunto de afirmações compõem parte de algum componente do argumento, como a conclusão, por exemplo (FOONG e DANIEL, 2010; SÁ, KASSEBOEHMER e QUEIROZ, 2014), permitindo examinar a força dos argumentos com base na avaliação da validade de seu conteúdo e componentes, o que requer a capacidade de identificá-los e examiná-los (ERDURAN, SIMON e OSBORNE, 2004). Para estabelecer os níveis dos argumentos é preciso identificar a qualidade estrutural e de conteúdo de cada texto com base na descrição dos níveis, e a partir daí estabelecer qual o nível de cada argumento. Ao final são sintetizados alguns fundamentos teóricos com base em diferentes trabalhos de pesquisa desenvolvidos sobre o tema que permitem o fomento à argumentação sociocientífica de maneira mais estruturada.

Tabela 1. Quadro analítico do modelo de argumentos de Toulmin Modificado (MATMod) com a descrição dos diferentes níveis de argumentos – Adaptado de Foong e Daniel (2010).

Nível	Descrição
0	Não há uma decisão/conclusão implícita ou explícita
1	Decisão/conclusão sem fundamentos válidos ou refutação ²
2	Decisão/conclusão com fundamentos válidos, sem refutação. Breve descrição dos fundamentos, sem articulação de evidências de diferentes naturezas, exemplos ou elaboração

² A refutação acontece quando se desafia as evidências, a fundamentação ou a conclusão de um argumento com dados ou uma afirmação que contraponha a(s) ideia(s) presente(s) no argumento refutado.

3	Decisão/conclusão com fundamentos válidos, sem refutação. Descrição detalhada dos fundamentos.
4	Decisão/conclusão com fundamentos válidos e refutação, sem articulação de evidências de diferentes naturezas, exemplos ou elaboração
5	Decisão/conclusão com fundamentos válidos e refutação. Descrição detalhada dos fundamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TEMAS IDENTIFICADOS NOS FUNDAMENTOS

Os trechos dos Fundamentos presentes nos 35 textos analisados foram enquadrados em diferentes categorias temáticas, como na tabela abaixo (Tabela 2). Nela são apresentados os temas identificados e as respectivas porcentagens com relação ao total de textos. A média de temas identificados em cada texto nos Fundamentos é de 2,7 em cada.

Tabela 2. Categorias temáticas formadas a partir dos temas identificados nos Fundamentos dos textos produzidos pelos estudantes.

Nº	Categoria Temática	%	QTD.
1	Consumismo	60%	21
2	Impactos socioambientais da rede industrial de dispositivos portáteis /descarte de lixo eletrônico	57%	20
3	Inovações tecnológicas	31%	11
4	Descarte irregular de lixo eletrônico	25%	9
5	Trabalho escravo/infantil	17%	6
6	Poluição	14%	5
7	Desmatamento	17%	5
8	Impactos na saúde humana	11%	5
9	Crescimento populacional humano	11%	4
10	Mortes humanas	11%	4
11	Obsolescência programada	6%	2
12	Revolução industrial	6%	2
13	Desigualdade social	3%	1

Como é possível observar na tabela 2, o tema com maior prevalência entre os textos produzidos pelos estudantes foi relacionado ao padrão de consumo, que apareceu em 21 dos 35 textos analisados. É possível perceber em trechos como: *“É notório que o desejo consumista da população faz com que eles percam sua noção de consciência ambiental”* e *“É nítido que o homem tem em vista que os recursos são ilimitados e assim usufruem mais do que podem da natureza esgotando e consumindo sem visar as consequências desses atos”*. A prevalência desse tema nos Fundamentos, portanto, reflete um resultado positivo em relação aos objetivos propostos, pois mostra que os alunos expandiram sua percepção em relação aos problemas socioambientais, relacionando os padrões de consumo da sociedade a eles.

Os seguintes trechos exemplificam aparições do tema relacionado a inovações tecnológicas: *“Com esse grande avanço de tecnologias para ter a produção, tem vários problemas como danos*

ambientais e prejudica a saúde populacional” e *“Com os avanços da tecnologia trouxe vários problemas socioambientais existe diversos fatores para que isso seja decorrente, mas as principais causas são o grande avanço da tecnologia e o aumento do consumismo”*. Como é possível notar, tais trechos não incluem somente menções a tecnologia, mas também mencionam danos sociais, ambientais, à saúde e a questão do consumismo. Trechos como esses foram incluídos também em outros temas como os mencionados, além do tema relacionado a inovações tecnológicas. Enquanto alguns estudantes abordaram tanto aspectos positivos quanto negativos relacionados as inovações tecnológicas, a maioria deles abordaram os aspectos negativos. Considerando as relações existentes entre ciência e tecnologia (SCHOR, 2007), sugerimos que futuras práticas ou pesquisas aproveitem a abordagem de questões sociocientíficas para ensinar ou investigar questões que envolvam a Natureza da Ciência (NdC), seguindo as recomendações de dar ênfase às concepções dos estudantes ou dos professores sobre NdC e de instruir explicitamente sobre aspectos da NdC (KARISAN e ZEIDLER, 2017), buscando entender como as concepções sobre NdC influenciam e contribuem para o processo argumentativo.

EVIDÊNCIAS IDENTIFICADAS NOS FUNDAMENTOS

Foram analisados ao todo 35 textos; em relação às diferentes categorias de evidências (sociais, ambientais e científicas), do total de 182 identificadas, o emprego de evidências sociais (57%) e ambientais (40%) prevaleceram (Figura 1), correspondendo a 103 e 73 evidências em cada categoria respectivamente, sendo que cada texto analisado teve em média 5,2 evidências. Trechos como *“A sociedade consumindo excessivamente não consegue enxergar o mal que está causando à natureza”* e *“Com esse grande avanço de tecnologias para ter a produção, tem vários problemas como danos ambientais e prejudica a saúde populacional”* extraídos dos textos, foram classificados tanto como contendo evidências sociais, quanto ambientais, visto que as abordam de forma integrada.

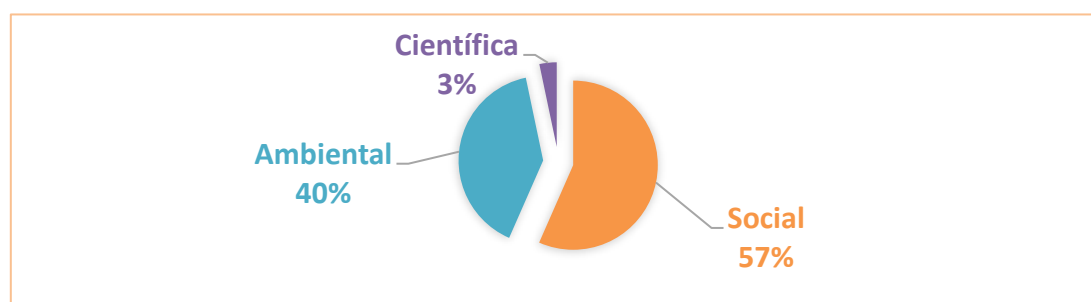


Figura 1. Proporções de cada categoria de evidências (social, ambiental e científica) identificadas nos fundamentos.

Trechos como *“De acordo com dados do G1 Notícias, no ano de 2019, a Terra atingiu o esgotamento de recursos naturais mais cedo (29/07) de toda a série histórica, isso significa que estamos tirando mais do que a Terra consegue repor”* e *“[...] a extração dos minérios, como por exemplo, a platina que por consequência da sua extração, intensifica a pegada global em 18 m² do solo, 12760 L de água, além de emissões de gases carbônicos”* foram classificadas como evidências científicas e também ambientais. A baixa prevalência de evidências científicas (3%), que corresponde a 6 evidências identificadas em 4 dos 35 textos, sugere a necessidade de esforços para o desenvolvimento de habilidades que incluam buscar, interpretar e avaliar tais evidências para adequá-las aos contextos argumentativos. As 6 evidências científicas identificadas correspondem ao tema N°

2 apresentado na Tabela 2, portanto sugerimos que os temas dos argumentos produzidos pelos estudantes possam embasar a busca, a interpretação e a avaliação de evidências científicas para fundamentar a construção de argumentos, num processo de estímulo ao ensino por investigação e de aprimoramento de habilidades argumentativas.

Como discutido por Fang, Hsu e Lin (2018), dois fatores influenciam no uso de conhecimentos científicos por parte dos estudantes: as suas crenças epistemológicas, que afetam a interpretação que os estudantes têm dos conhecimentos, e a habilidade de avaliar a credibilidade das evidências, pois ao ignorar a credibilidade delas ou tratá-las como igualmente robustas, os estudantes podem ter dificuldades em utilizá-las apropriadamente nos contextos de argumentação ou contra argumentação. Além disso, os autores propõem que cabe aos professores se atentarem à necessidade de ajudar explicitamente os estudantes a conectarem as questões sociocientíficas aos conhecimentos relevantes, e que os conhecimentos científicos e concepções sobre natureza da ciência contribuem no sentido de tornar o raciocínio mais crítico e melhorar o raciocínio baseado em evidências. Jordanou e Constantinou (2014) sugerem que intervenções pedagógicas que envolvam a argumentação dialógica focada nas evidências favoreçam a capacidade de argumentar com base em evidências e que há a necessidade de que programas de formação de professores fomentem o desenvolvimento de habilidades argumentativas. Emery e colaboradores (2016) sugerem que é importante ensinar os estudantes a avaliarem evidências científicas e não científicas, ensiná-los a questionar os discursos que surgem nas mídias, por exemplo, ensiná-los a julgarem o mérito das evidências independentemente de seus pontos de vistas e ensiná-los a tomarem decisões quando confrontados com tais tipos de informação. Considerando as referências supracitadas, cabe aos docentes se atentarem a esses aspectos ao planejarem e desenvolverem estratégias de ensino ou investigações que envolvam a argumentação sobre questões sociocientíficas.

FORMAS DE RACIOCÍNIO INFORMAL IDENTIFICADAS NOS FUNDAMENTOS

Dos 35 textos analisados, 33 deles apresentaram raciocínio informal consequencialista, 4 apresentaram raciocínio informal baseado em riscos, 3 apresentaram raciocínio informal baseado em vantagens/desvantagens e 1 apresentou raciocínio informal baseado em princípios. Apenas um dos textos não apresentou nenhuma das formas de raciocínio informal identificadas. Na tabela abaixo (Tabela 3), exemplificamos cada uma das formas:

Tabela 3. Exemplos das formas de raciocínio informal identificadas nos Fundamentos.

Formas de raciocínio informal	Exemplos
Consequencialista	[...] entretanto, esse não é o único problema, esses lixos muitas vezes vão para depósitos, o que não é muito favorável, pois pode acabar poluindo o solo, rios e o ar com elementos tóxicos, causando problemas de saúde na população. [...] - Texto 7
Baseado em riscos	[...] há também outro problema o risco a saúde. Uma proporção significativa de lixo eletrônico e exportado para a China, onde a mão de obra barata inclui

		crianças e, supostamente, utilizado para garimpo os metais preciosos usando componentes perigosos. [...] – Texto 21
Baseado em vantagens e desvantagens	em e	[...] diante desse cenário, o uso de aparelhos celulares, tornou mais prático cotidiano da população, dessa maneira se tornou item chave na nossa rotina. No entanto, não devemos deixar de salientar sobre o aumento do número de exploração de recursos naturais, que caminha lado a lado com o aumento do consumo [...] – Texto 20
Baseado em princípios morais	em	[...] a exploração dos minérios é uma atividade que é necessário cuidado e responsabilidade, pois danos ambientais são causados [...] – Texto 26

As formas de raciocínio informal consequencialista foram identificadas na abordagem das causas e consequências do consumismo, dos processos produtivos e do descarte de lixo eletrônico. As baseadas em riscos foram identificadas ao tratar dos riscos à saúde humana relacionados aos processos produtivos ou de descarte de lixo eletrônico. As baseadas em vantagens e desvantagens se apoiavam nos benefícios e malefícios ligados ao desenvolvimento tecnológico e uso de aparelhos celulares.

As diferentes formas de raciocínio informal identificadas nos Fundamentos dos textos contribuem para a argumentação e construção de ideias. Cabe ao corpo docente de ciências fomentar o aprendizado das distintas formas de raciocínio informal entre os estudantes, para que sejam capazes de utilizar aqueles mais adequados a depender do contexto e do assunto da argumentação, desenvolvendo uma práxis educativa que busque a formação para o exercício da cidadania na medida em que os estudantes sejam capazes de pensar, refletir e agir sobre tais questões (SANTOS e MORTIMER, 2001). É importante notar que os raciocínios informais baseados em princípios morais estão mais diretamente associados à uma visão ecocêntrica, em contraponto à antropocêntrica, e está ligada ao comportamento pró-ambiental (KARPIAK; BARIL, 2008). Um foco maior na aprendizagem do raciocínio baseado em princípios morais, tanto para a construção de argumentos, quanto para fundamentar ações concretas de resolução de problemas sociocientíficos, contribui assim para o desenvolvimento moral dos estudantes.

O texto 26 – elaborado por uma estudante de gênero feminino - foi o único que apresentou raciocínio informal baseado em princípios morais; no caso os princípios do cuidado e da responsabilidade foram abordados. Além disso, foram identificados no mesmo texto o raciocínio informal baseado no risco e o consequencialista; a baixa prevalência do raciocínio informal baseado em princípios sugere a necessidade da incorporação de princípios éticos e morais na abordagem de questões sociocientíficas, o que pode contribuir para que os estudantes explorem os aspectos éticos e morais relacionados a determinadas questões, afinal tais dimensões são fatores que influenciam a tomada de decisões sobre tais questões; e estas representam um componente central do letramento científico, que por sua vez tem papel fundamental para a educação em ciências. Portanto, tais aspectos devem fazer parte do currículo de ciências (SADLER e ZEIDLER, 2004; SADLER, 2004b).

Fang, Hsu e Lin (2018) apontam que tomar decisões informadas sobre questões sociocientíficas e performar o raciocínio informal estão intimamente relacionados. Considerando que o sistema de cognição intuitivo faça parte da natureza do comportamento humano de tomada de decisões e que ele se manifesta como forma de raciocínio informal, é importante se atentar ao papel que os processos de

raciocínio informal intuitivos têm para desenvolver a habilidade de reflexão sobre a decisão intuitiva, o que permite que os estudantes se engajem em um processo analítico de tomada de decisões e possam ajustá-las após reflexões. Promover discussões em grupos é uma estratégia frutífera para estimular o raciocínio informal por parte dos estudantes, assim como contribuem para que os estudantes se beneficiem uns dos outros a partir desse tipo de atividade, pois eles podem refletir sobre os argumentos e decisões uns dos outros explicitamente no diálogo; porém existem poucos trabalhos na literatura que objetivam investigar questões relacionadas aos padrões de raciocínio informal na tomada de decisões sobre questões sociocientíficas em nível coletivo, o que sugere a necessidade de estudos que busquem investigar questões nesse sentido (FANG, HSU e LIN, 2018).

Acar, Turkmen e Roychoudhury (2010) sustentam que o ensino de heurística e a adoção de quadros de tomada de decisões baseados em valores contribuam para a melhora da qualidade da argumentação sobre questões sociocientíficas e para que os estudantes estejam conscientes de suas estratégias de raciocínio, evitando o emprego de formas de raciocínio falaciosos e exercendo raciocínio baseado em valores, sob o qual os estudantes podem considerar seus valores e examinar diferentes alternativas com o apoio de evidências.

TEMAS IDENTIFICADOS NAS CONCLUSÕES E AS PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO

Dos 35 textos analisados, foram identificados ao todo 48 temas nas Conclusões, o que corresponde à média de 1,4 temas por Conclusão, cerca de metade da média de temas nos Fundamentos (2,7), o que releva que os estudantes exploraram mais os temas nos Fundamentos e menos nas Conclusões. O tema mais representativo foi relacionado ao padrão de consumo (Tabela 4). Ao comparar os trechos dos Fundamentos e das Conclusões que abordaram a questão do padrão de consumo, notou-se que dos 21 textos que abordaram o tema nos Fundamentos, seis deles não o contemplaram na Conclusão. Esses resultados indicam que, mesmo que os estudantes estabeleçam a relação entre consumo e degradação ambiental, não necessariamente relacionam a solução da crise ambiental à tomada de decisões por parte dos consumidores. Consideramos, portanto, que há a necessidade de criar espaços para mediar a problematização dos papéis da produção e consumo para a crise ambiental e de que os professores se atentem à necessidade de fornecer os subsídios necessários para que o processo da tomada de decisões seja de qualidade (FANG, HSU e LIN, 2018)³.

Tabela 4. Identificação, quantificação e proporção dos temas identificados nas Conclusões dos textos elaborados pelos alunos.

Nº	TEMAS IDENTIFICADOS NAS CONCLUSÕES	%	QT D.
1	Padrão de consumo	42,9%	15
2	Descarte adequado do lixo eletrônico	25,7%	9
3	Desenvolvimento de aparelhos mais duradouros	11,4%	4
4	Aplicação de leis para regular a extração de minérios	11,4%	4
5	Realização de palestras	8,6%	3

³ As etapas da tomada de decisões sobre questões sociocientíficas, sintetizadas pelos autores, são brevemente apresentadas na seção *CLASSIFICANDO OS ARGUMENTOS COM BASE NO CONTEÚDO E ESTRUTURA*

6	Reaproveitamento de lixo eletrônico	8,6%	3
7	Conscientização sobre os danos ambientais dos lixos eletrônicos	5,7	2
8	Intervenção da mídia para informar sobre os impactos na natureza	2,9%	1
9	Suporte aos trabalhadores que atuam na mineração	2,9%	1
10	Necessidade de leis mais rígidas do Governo Federal	2,9%	1
11	Reduzir a poluição	2,9%	1
12	Desenvolvimento de pesquisas para reaproveitar o lixo eletrônico	2,9%	1
11	Aplicação de multas aos países e empresas que não descartarem corretamente lixo eletrônico	2,9%	1
13	Fiscalização nas indústrias	2,9%	1
14	Amparo às vítimas de trabalho escravo	2,9%	1

Além disso, Lima (2004) discute que as perspectivas que problematizam mais a esfera do consumo podem desconsiderar o papel estratégico da esfera da produção que, segundo o autor, é o ponto de origem do processo industrial onde é decidido o que, quanto e como será produzido. O autor argumenta que produção e consumo são esferas indissociáveis e que sem mudanças qualitativas na esfera da produção não é possível obter resultados significativos. Portanto, perspectivas que focam em aspectos individualistas e comportamentalistas acabam por fragmentar a realidade, buscando explicações por meio de suas partes e contribuindo para uma compreensão despolitizada e alienada dos problemas socioambientais. Nesse sentido, ele defende uma abordagem multidimensional e integradora para tratar dessas questões. Portanto, julgamos que os professores têm um papel importante no fornecimento dos subsídios necessários, permitindo que os estudantes problematizem o papel da produção e do consumo, relacionando-os aos aspectos sociais, econômicos, ambientais, éticos e políticos; incluindo temas como a administração produtiva, obsolescência, propaganda e a criação de identidades (RIBEIRO e BRONZSTEIN, 2013).

No trecho explicitado a seguir: *“Em vista dos argumentos apresentados, cabe ao governo conscientizar e estabelecer regras as empresas, estimulando o aumento da durabilidade dos produtos bem como fiscalizar e estabelecer limites para a extração de recursos, multando o excedente”*, a conclusão do argumento considera que cabe ao governo tomar atitudes como forma de intervenção ao problema. A habilidade de analisar uma questão e suas possíveis soluções a partir das perspectivas das diferentes partes interessadas, corresponde ao que Sadler, Barab e Scott (2007) conceituam como tomada de perspectiva que no contexto das questões sociocientíficas – ou socioambientais – corresponde a um dos componentes do raciocínio sociocientífico. A partir de uma análise conceitual sistemática sobre a tomada de perspectiva, Kahn e Zeidler (2019) propuseram um conceito mais preciso denominado “tomada de perspectiva sociocientífica” (do inglês *socioscientific perspective taking* – SSPT). A SSPT requer o engajamento dos estudantes, a alternância ética/êmica entre as suas próprias perspectivas e as das partes interessadas (o que não significa que os estudantes mudem suas próprias perspectivas em favor de outras) e um contexto moral. Tal conceito é tido como de suma importância, tanto por representar um suporte para estimular o raciocínio sociocientífico, quanto por

possibilitar o desenvolvimento de empatia, sensibilidade moral e outros conceitos relacionados. A tomada de perspectiva sociocientífica envolve aspectos cognitivos, afetivos, intuitivos e morais, portanto possui um caráter multidimensional e tem papel prioritário para pesquisas que envolvam questões sociocientíficas (ZEIDLER, HERMAN e SADLER, 2019). Kahn e Zeidler (2016) discutem que pesquisas futuras devem levar em conta o papel essencial da tomada de perspectiva para a argumentação; portanto, considerando as referências acima citadas, sugerimos que seja importante tanto estimular a tomada de perspectiva sociocientífica em contextos que envolvam questões sociocientíficas e argumentação, quanto avaliar como os estudantes concluem argumentos sobre questões sociocientíficas a partir de múltiplas perspectivas levando em conta as diferentes partes interessadas, o que não esteve no escopo do presente trabalho.

Enquanto as propostas de intervenção mais representativas - como a conscientização/redução do padrão de consumo e descarte adequado do lixo eletrônico - em geral, incluem atitudes individuais, propostas que dependem de ações institucionais e/ou coletivas - como desenvolvimento de aparelhos mais duradouros e aplicação de leis para regular a extração de minérios - são menos representativas. Nesse sentido, consideramos que há a necessidade de problematizar o papel de instituições públicas e/ou privadas nas causas dos problemas ambientais e refletir sobre as possíveis soluções que essas instituições podem oferecer, inserindo nesse contexto a tomada de perspectiva sociocientífica, para que os estudantes possam levar em conta as perspectivas das diferentes partes interessadas para a tomada de decisões e argumentação (KAHN e ZEIDLER, 2019).

CLASSIFICANDO OS ARGUMENTOS COM BASE NO CONTEÚDO E ESTRUTURA

Dos 35 argumentos analisados, 27 (77%) deles foram classificados como de nível 2, por apresentarem decisões com Fundamentos válidos, sem descrição detalhada dos Fundamentos, nem refutação; quatro textos foram classificados no nível 3 (11,4%), por apresentarem uma decisão a partir de uma descrição válida e detalhada dos Fundamentos, sem refutação e no nível 0 foram classificados quatro textos (11,4%), por não apresentarem alguma decisão implícita ou explícita (Figura 2). Considerando que a maior parte dos textos foram classificados como de nível 2, podemos concluir que a maioria dos estudantes foram capazes de elaborar propostas de intervenção ou decisões com base em Fundamentos válidos, o que significa que os Fundamentos, na maioria dos textos, sustentam as Conclusões.

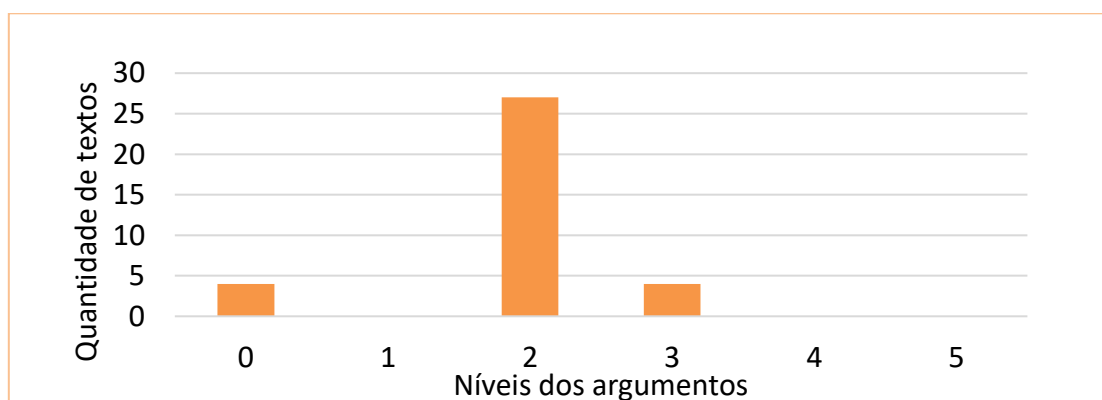


Figura 2. Níveis dos argumentos com base no quadro analítico do MATMod (FOONG; DANIEL, 2010).

Apesar das fronteiras qualitativas entre descrições breves e detalhadas serem difíceis de distinguir (FOONG e DANIEL, 2010; KELLY e TAKAO, 2002), consideramos que no contexto do presente trabalho a presença de evidências científicas suporta as descrições detalhadas quando comparamos a quantidade de trabalhos que apresentam evidências científicas com os que apresentam somente evidências de outra natureza, o que não quer dizer que não existam outros itens que possam ser considerados chave para a distinção qualitativa entre Fundamentos com descrições breves e detalhadas. Nenhum dos textos apresentaram refutações, pela falta da identificação e avaliação dos elementos, portanto são necessários esforços no sentido de instrumentalizar os estudantes para elaborarem-nas. Estimular as distintas formas de raciocínio informal e o raciocínio baseado em evidências, assim como identificar e examinar os elementos dos argumentos, contribuem nesse sentido, seja na argumentação escrita ou dialógica, individual ou coletiva. Logo, é necessário que os docentes instrua os estudantes a argumentarem considerando a importância dos componentes dos argumentos segundo o modelo de argumentos de Toulmin. Apenas quatro textos (11,4%) apresentaram evidências científicas, articulando-as com evidências sociais e ambientais, elaborando Fundamentos com descrições detalhadas, o que sugere a importância de auxiliar os estudantes a buscarem, avaliarem e argumentarem com base em evidências científicas (FANG, HSU e LIN, 2018; IORDANOU e CONSTANTINOU, 2014).

Quatro dos textos não apresentaram decisões explícitas ou implícitas, o que não deixa de ser uma decisão. Portanto, com base no trabalho de Fang, Hsu e Lin (2018), é importante atentar-se às fases da tomada de decisões sobre questões sociocientíficas identificadas pelos autores a partir de uma revisão da literatura, as quais correspondem a (I) formulação do espaço da tomada de decisões, na qual se deve explorar as informações necessárias para a argumentação, identificar as opções para tomada de decisões, estabelecer critérios e avaliar seus prós e contras; (II) seleção de estratégia para a tomada de decisões com base em critérios explícitos e (III) uso da metacognição para refletir sobre o processo. Tais fases são importantes para melhorar a qualidade do processo de tomada de decisões nos ambientes de ensino de ciências, fazendo com que os estudantes possam explicitamente priorizar critérios, justificar suas escolhas e decidir com base em evidências, tomando uma decisão de melhor qualidade, inclusive na perspectiva de diferentes partes interessadas (KAHN e ZEIDLER, 2019). Como discutem Fang, Hsu e Lin (2018), expor os estudantes a perspectivas diferentes em discussões em pares com colegas da mesma sala ou de diferentes contextos culturais pode contribuir para o desenvolvimento da fase de revisão e reflexão sobre o processo de tomada de decisões.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA O ENSINO DA ARGUMENTAÇÃO SOCIOCIENTÍFICA

O modelo de argumentos de Toulmin serve tanto como um referencial para o ensino-aprendizagem da argumentação - assim como proposto por Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014); quanto para desenvolver análises dos argumentos produzidos pelos estudantes em contextos que envolvam questões sociocientíficas, ainda que de alguma forma adaptado ao contexto dos objetivos da investigação ou das práticas de ensino-aprendizagem em questão (ZOHAR e NEMET, 2002; FOONG e DANIEL, 2010; ERDURAN, 2018). Consideramos, assim como outros autores (JORGE e PUIG, 2000; MCNEILL e colaboradores, 2006; CAMPANER e DE LONGHI, 2007), que sejam necessárias instruções explícitas sobre argumentação para os estudantes; isso não quer dizer que os estudantes precisam adotar o referencial de forma mecanicista e rígida, que desvalorize a criatividade (JORGE e PUIG, 2000).

Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014) consideram que se faz necessário, ao adotar uma metodologia para o estudo da argumentação com base nas combinações estruturais dos argumentos, avaliar a quantidade e a frequência dessas combinações, o que pode ser mais adequado quando são realizadas práticas dialógicas de argumentação. Nesse sentido, apoiamos que avaliar a quantidade e a frequência de combinações dos elementos dos argumentos seja uma metodologia interessante no que se refere a atenção aos aspectos estruturais que os compõem, sem desconsiderar os aspectos do conteúdo, afinal a qualidade da argumentação depende da qualidade estrutural e de conteúdo e que, portanto, as práticas ou pesquisas sobre a argumentação sociocientífica no ensino de ciências devem considerar ambos os aspectos (FOONG e DANIEL, 2010). É necessário que os docentes estejam preparados para enfrentar os desafios teóricos, metodológicos e didáticos da abordagem da argumentação no ensino de ciências (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e BROCCOS, 2015; SCARPA, 2015), o que requer esforços para inclusão de tal tema na formação inicial e continuada de professores.

Há a necessidade de que os docentes se atentem à importância do acesso de evidências científicas por parte dos estudantes para que possam elaborar argumentos e tomar decisões baseando-se nelas (IORDANOU e CONSTANTINOU, 2014; EMERY e colaboradores, 2016; FANG, HSU e LIN, 2018), o que não quer dizer que outros tipos de evidências devam ser negligenciadas, mas que os estudantes sejam capazes de avaliar a credibilidade delas para que elas possam ser úteis no entendimento e resolução das questões sociocientíficas. Como apontado por Santos e Arengi (2015) é importante que a controvérsia assuma um papel central para o entendimento da Natureza da Ciência, afinal a divergência de opiniões, concepções e crenças podem ser posta diante de evidências científicas, permitindo que os estudantes reconheçam o caráter de complementariedade entre as suas culturas, a cultura escolar e a científica.

Na falta de evidências deve-se estimular a busca delas, diretamente acessando relatórios, artigos, dissertações ou outras publicações científicas, bem como produtos textuais ou audiovisuais de divulgação científica. É necessário desenvolver práticas pedagógicas que fomentem o raciocínio sociocientífico, especialmente a questão da complexidade e da tomada de perspectiva sociocientífica, para garantir melhoras na argumentação sociocientífica (KHAN; ZEIDLER, 2019; HERMAN; SADLER; ZEIDLER, 2019). Questões que podem auxiliar na avaliação da credibilidade de evidências científicas, incluem: (i) Como as evidências ou dados científicos foram produzidos? (ii) Onde foram publicados e divulgados? (iii) Quem ou que instituições financiaram a produção dessas evidências? (iv) Houve revisão por pares? (v) Que tipo de revisão foi feita?

Kolstø (2001) elaborou oito ferramentas para abordar a ciência das questões sociocientíficas que podem ser úteis para entender sobre a natureza da Ciência, para o desenvolvimento do pensamento crítico e da argumentação: (i) a habilidade de distinguir entre a ciência em formação, em que a incerteza deve ser esperada, e a ciência pronta, na qual existe amplo consenso; (ii) reconhecer que fatores socioculturais, políticos, econômicos e religiosos implicam na prática científica e no seu conhecimento; (iii) a capacidade de avaliar a qualidade da produção científica e evidências estatísticas, julgar a adequação de conhecimentos anedóticos e conhecimentos experienciais; (iv) a capacidade de elaborar conclusões com base em evidências científicas, ancorando-as em justificativas; (v) uma abordagem cética que inclui uma postura crítica e questionadora e um compromisso de não tirar conclusões precipitadas até que evidências e argumentos convincentes tenham sido reunidos; (vi) consciência da importância dos fatores contextuais ao avaliar o conhecimento, incluindo o status dos

atores sociais e sua lealdade institucional (vii) sensibilidade aos valores, ideologias e potencial para preconceito subjacentes ao planejamento e execução de investigações científicas; e (viii) consciência das restrições que pode limitar a aplicação de conhecimento teórico generalizado para situações particulares do mundo real.

A promoção da argumentação dialógica colaborativa contribui para o desenvolvimento do raciocínio moral e caso a argumentação não seja colaborativa é preciso cuidar para que os estudantes não adotem perspectivas de defesa cega de suas próprias ideias e refutação de concepções diferentes, afinal é preciso se apoiar no conhecimento científico para poder persuadir os pares durante a argumentação (NIELSEN, 2012; XIN ZHANGA et al, 2013). Georgiou, Mavrikaki e Constantinou (2018) defendem que seja importante contribuir na construção de uma base conceitual com os conhecimentos necessários para argumentar sobre determinados assuntos. E já que a multidisciplinaridade é uma característica das questões sociocientíficas, sugere-se também que as práticas pedagógicas levem em conta esse fator, o que permite que docentes de diferentes disciplinas possam trabalhar colaborativamente para abordar os tópicos, levando em consideração a multiplicidade de conhecimentos relacionados ao tema que podem contribuir para o debate e resolução das questões (CHRISTENSON, 2015).

Griswold e Chowning (2013) elaboraram cinco estratégias que consideram contribuir para a tomada de decisões e argumentação sobre questões sociocientíficas, sendo que quando são utilizadas de forma integrada nas práticas pedagógicas elas contribuem de maneira mais efetiva para esse propósito; entre elas (i) explorar as percepções dos estudantes sobre ética; (ii) empregar técnicas estruturadas de debate; (iii) providenciar os conhecimentos sobre ética como modelos para raciocinar e agir diante das questões; (iv) aplicar princípios éticos em estudos de caso e (v) introduzir as visões das partes interessadas estimulando a tomada de perspectiva e a empatia. Reis (2007) sugere que a elaboração de estudos de caso seja uma estratégia interessante para a inclusão de aspectos éticos no ensino de ciências, para que se possa identificar, avaliar e debater sobre tais aspectos no que concerne ao desenvolvimento científico e tecnológico, bem como estimular o raciocínio e a sensibilidade moral entre os estudantes (SADLER, 2004c; FOWLER, ZEIDLER e SADLER, 2004).

Algumas autoras e autores defendem que o conhecimento de diferentes teorias éticas seja importante para o enriquecimento qualitativo dos raciocínios morais presentes nos textos (JONES e colaboradores, 2007; SAUNDERS e RENNIE, 2011; SAXENA; BEHARI, 2016). Jones e colaboradores (2007) elaboraram alguns indicadores de progressão do pensamento ético, que incluem, entre outros fatores, o emprego dessas diferentes teorias para avaliar a utilidade delas com relação à resolução das questões sociocientíficas; a ampliação dos entes morais, passando de perspectivas egocêntricas ou antropocêntricas e adotando modelos biocêntricos e ecocêntricos de pensamento e ação, que levam em consideração os seres vivos não humanos e o ambiente; a superação de uma perspectiva de resolução que se baseia somente nos conhecimentos científicos, para a adoção de outra que leve em conta os princípios éticos conjuntamente, que valorize conhecimentos tradicionais e que promova a busca de novos conhecimentos científicos que possam contribuir na resolução das questões sociocientíficas. Como discutem Griswold e Chowning (2013):

“[...] Os estudantes regularmente consideram que a ciência está mais para o lado objetivo e a ética para o subjetivo do espectro. Isso cria a oportunidade de discutir a noção de que enquanto os fatos da ciência tendem a ser objetivos, o

processo de produção da ciência, feita por humanos num contexto social, introduz um tanto de subjetividade. Já os valores e a ética se relacionam a questões ligadas a quais investigações científicas financiar, como conduzir investigações de maneira responsável e como utilizar as descobertas científicas e tecnologias apropriadamente. [...]"

Sugere-se que futuras práticas educacionais ou pesquisas aproveitem a abordagem de questões sociocientíficas para ensinar e investigar questões que envolvam a Natureza da Ciência (NdC), seguindo as recomendações de dar ênfase às concepções dos estudantes ou dos docentes sobre NdC e de instruir explicitamente sobre aspectos da NdC (KARISAN e ZEIDLER, 2017), buscando entender como as concepções sobre NdC influenciam e contribuem para o processo argumentativo. Razera e Nardi (2006) propõem que os docentes se esforcem para a construção de um ambiente de autonomia moral durante as aulas, em que se priorize o diálogo, não a coerção, e se promova a cooperação para atingir o nível pós-convencional de desenvolvimento moral, em que leis injustas são criticadas e contestadas e em que princípios morais universais baseiam o pensamento e ação, contribuindo para o letramento científico crítico, as noções sobre a natureza da ciência e a resolução de questões sociocientíficas.

CONCLUSÃO

Considerando os temas presentes nos Fundamentos e nas Conclusões dos textos, é possível afirmar que os alunos conseguem relacionar os Fundamentos com as Conclusões ao escolherem subtemas que representam a complexidade do tema. Quanto às evidências, é importante ressaltar que se desenvolva a capacidade de avaliar a credibilidade delas, para distinguir entre evidências científicas e não científicas, bem como fomentar a argumentação e a tomada de decisões fundamentando-se em evidências científicas, sem deixar que as opiniões, crenças ou preferências pessoais assumam seu lugar.

As formas de raciocínio informal que prevaleceram nos textos foi relacionada à ética consequencialista, o que demonstra a necessidade de se explorar o papel de distintas teorias éticas na reflexão e ação para a resolução das questões sociocientíficas, como por exemplo a ética do cuidado ou a ética de princípios, fundamentando atitudes que reforcem e estimulem o desenvolvimento de valores, virtudes e do caráter; dessa maneira é possível articular a educação científica à educação moral, fomentando uma educação para o exercício da cidadania ecológica e para a formação de sujeitos ecológicos (CARVALHO, 2013; RAZERA; NARDI, 2006; HADJICHAMBIS; PARASKEVA-HADJICHAMBI, 2020).

Soluções baseadas em ações individuais foram as que prevaleceram nas propostas de intervenção presentes na Conclusão, portanto é muito importante expandir a reflexão sobre a complexidade do problema, principalmente sobre alternativas que envolvam ações coletivas e institucionais, além das individuais. Além disso, quando olhamos para o conteúdo e a estrutura dos textos, também se faz necessário estimular o desenvolvimento de uma rica fundamentação, detalhando-a a partir da abordagem de evidências científicas, bem como é necessário fomentar a refutação, pouco presente nos textos avaliados, e que indica um texto de maior qualidade.

. Com base nos resultados aqui obtidos, é possível afirmar que a argumentação sobre questões sociocientíficas tem grande relevância para o ensino de ciências e biologia pautado na formação para o exercício da cidadania e do pensamento crítico (CONRADO, NUNES-NETO e EL-HANI, 2015); e que os fundamentos teóricos sintetizados permitem a condução de futuras investigações que visem avaliar sua efetividade e que busquem aprimorá-los a partir de sua adoção para o planejamento e realização de práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

- ACAR, O.; TURKMEN, L., e ROYCHOUDHURY, A. Student Difficulties in Socio-scientific Argumentation and Decision-making Research Findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, v. 32, n. 9, 1191–1206, 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1080/09500690902991805>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- ASEM, É. C. A. D. Argumentos, conhecimentos e valores em respostas a questões sociocientíficas - um caso no ensino fundamental. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-31052012-110059/pt-br.php>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- CAMPANER, G.; DE LONGHI, A. L. La argumentación em educación ambiental. Una estrategia didáctica para La escuela media. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 442-456, 2007. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N2.pdf>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- CARVALHO, Isabel C. M. O sujeito ecológico: a formação de novas identidades na escola. In: Pernambuco, Marta; Paiva, Irene. (Org.). Práticas coletivas na escola. 1ed. Campinas: Mercado de Letras, 2013, v. 1, p. 115-124.
- CHRISTENSON, N. Socioscientific argumentation - Aspects of content and structure. (Thesis) Doctoral at Karlstad University, Faculty of Health, Science and Technology, Department of Environmental and Life Sciences. Karlstad: Karlstads universitet, p. 73, 2015. Disponível em: <<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:806023/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de Biologia. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 31, n. 1, p. 329-357, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/edur/a/VJ8XMCcp7kYcYg4nqbqVyGb/?lang=pt>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- DEVELAKI, M. Social and Ethical Dimension of the Natural Sciences, Complex Problems of the Age, Interdisciplinarity, and the Contribution of Education. *Science & Education*, v. 17, n. 8–9, p. 873–888, 13 fev. 2007. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11191-007-9077-7>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- EMERY, K. e colaboradores. Compelling Evidence: An Influence on Middle School Students' Accounts That May Impact Decision-Making about Socioscientific Issues. *Environmental Education Research*, v. 23, n. 8, p. 1115–1129, set. 2016. Disponível em: <<https://doi->

org.ez338.periodicos.capes.gov.br/10.1080/13504622.2016.1225673>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, v. 88, n. 6, p. 915–933, 20 out. 2004. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/epdf/10.1002/sce.20012>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

ERDURAN, S. Toulmin's argument pattern as a “horizon of possibilities” in the study of argumentation in science education. *Cultural Studies of Science Education* v. 13 (4), 1091–1099, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-017-9847-8>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

FANG, Su-Chi; HSU, Ying-Shao; LIN, Shu-Sheng. Conceptualizing Socioscientific Decision Making from a Review of Research in Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 17, n. 3, p. 427–448, 22 mar. 2018. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10763-018-9890-2>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

FOONG, C.; DANIEL, E. G.S. Assessing Students' Arguments Made in Socio-Scientific Contexts: The Considerations of Structural Complexity and the Depth of Content Knowledge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 9, p. 1120–1127, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.294>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

FOWLER, S. R.; ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D. Moral Sensitivity in the Context of Socioscientific Issues in High School Science Students. *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 2, p. 279–296, 12 dez. 2008. Disponível em: <<https://doi-org.ez338.periodicos.capes.gov.br/10.1080/09500690701787909>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

GEORGIU, M.; MAVRIKAKI, E.; CONSTANTINOU, C. P. Is Teaching Biology Through Socioscientific Issues Enough For The Development Of Argumentation Skills? In: Twelfth Conference Of European Researchers In Didactics Of Biology - ERIDOB. Zaragoza, Espanha, 2-6 de jul. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/339271255_IS_TEACHING_BIOLOGY_THROUGH_SOCIOSCIENTIFIC_ISSUES_ENOUGH_FOR_THE_DEVELOPMENT_OF_ARGUMENTATION_SKILLS>

GRISWOLD, J. C; CHOWNING, J. T. Supporting Ethical Reasoning in Student Argumentation. *Issues in Teacher Education*, v. 22, n. 1, 2013. Disponível em: <<https://www.itejournal.org/ojs/index.php/ite/article/view/30>>. Acesso em: 4 Nov. 2021.

GUIMARÃES, M. Educação Ambiental Crítica. In: Ministério do Meio Ambiente / Diretoria de Educação Ambiental. Identidades da educação ambiental brasileira; Philippe Pomier Layrargues (coord.). – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 25-34, 2004. Disponível em: <<https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/educacao-ambiental/797-identidades-da-educacao-ambiental-brasileira>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

- HADJICHAMBIS, A. Ch.; PARASKEVA-HADJICHAMBI, D. Education for Environmental Citizenship: The Pedagogical Approach. In: HADJICHAMBIS, A. Ch. et al. (Org.) Education for Environmental Citizenship: The Pedagogical Approach. Environmental Discourses in Science Education. [S.l.]: Springer International Publishing, p. 237-261. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_15>
- IBRAIM, S. De S.; JUSTI, R. Influências de um ensino explícito de argumentação no desenvolvimento dos conhecimentos docentes de licenciandos em Química. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 4, p. 995-1015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320170040005>>. Acesso em: 29 Out. 2021.
- IORDANOU, K.; CONSTANTINOU, C. P. Developing pre-service teachers' evidence-based argumentation skills on socio-scientific issues. *Learning and Instruction*, 34, 42–57, 2014. Disponível em: <http://clok.uclan.ac.uk/13116/1/L%26I_KI_Author%27s%20version.pdf>. Acesso em:
- JÁCOME, M. Q. D; SILVA, D. L. Bioética no ensino médio: fundamentos para uma proposta de inserção. Em: SANTOS, F. M.; PINA, K. V. A escola pública que precisamos: novas perspectivas para estudantes e profisses. 1. ed. Jundiaí: Paco, cap. 10, p. 193-216, 2018.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/hXTqjbmGQktmD5TDqrDDpbf/>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- JONES, A.; MCKIM, A.; REISS, M.; RYAN, B.; BUNTTING, C.; SAUNDERS, K. Research and development of classroom-based resources for bioethics education. New Zealand. Hamilton, NZ: Wilf Malcolm Institute of Educational Research, School of Education, University of Waikato, 2007. Disponível em: <<https://content.waikato.ac.nz/?a=86822>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- JORGE, A. S.; PUIG, N. S. Enseñar a argumentar científicamente: um reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 3, p. 405-422, 2000. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n3/02124521v18n3p405.pdf>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- KAHN, S.; ZEIDLER, D. L. A Conceptual Analysis of Perspective Taking in Support of Socioscientific Reasoning. *Science & Education*, v. 28, n. 6–7, p. 605–638, 2019. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11191-019-00044-2>>. Acesso em: 04 Nov. 2021
- KAHN, S.; ZEIDLER, D. L. Using Our Heads and HARTSS*: Developing Perspective-Taking Skills for Socioscientific Reasoning (*Humanities, ARTs, and Social Sciences). *Journal of Science Teacher Education*, v. 27, n. 3, p. 261–281, 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1007/s10972-016-9458-3>>. Acesso em: 04 Nov. 2021

- KARISAN, D.; ZEIDLER, D. L. Contextualization of Nature of Science Within the Socioscientific Issues Framework: A Review of Research. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, p. 139–152, 28 nov. 2017. Disponível em: < <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1124953.pdf> >. Acesso em: 04 Nov. 2021
- KARPIAK, C. P.; BARIL, G. L. Moral Reasoning and Concern for the Environment. *Journal of Environmental Psychology*, v. 28, n. 3, p. 203–208, set. 2008. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.ez338.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0272494407000990?via%3Dihub> >. Acesso em: 4 Nov. 2021.
- KELLY, G. J.; TAKAO, A. Epistemic Levels in Argument: An Analysis of University Oceanography Students' Use of Evidence in Writing. *Science Education*, v. 86, n. 3, p. 314–342, 2002. Disponível em: < <https://onlinelibrary-wiley.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1002/sce.10024> >. Acesso em: 4 Nov. 2021.
- KOLSTØ, S. D. Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-focused Socio-scientific Issue. *International Journal of Science Education*, v. 28, n. 14, p. 1689–1716, 17 nov. 2006. Disponível em: < <https://www.tandfonline.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1080/09500690600560878> >. Acesso em: 4 Nov. 2021.
- KOLSTØ, S. D. Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, n. 3, v. 85, p. 291-310, 2001. Disponível em: < <https://onlinelibrary-wiley.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1002/sce.1011> >. Acesso em: 4 Nov. 2021.
- LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C. (Org.), *Argumentação na escola: O conhecimento em construção*. Campinas: Pontes Editores, 2011.
- LIMA, G. C. Questão Ambiental e Educação: Contribuições para o Debate. *Ambiente e Sociedade*, n. 5, p.135-153, 1999. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/asoc/a/XbM3XCm7mvDnV4ffSFfSkrn/?lang=pt> >. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- LIMA, G. C. Educação, Emancipação E Sustentabilidade: Em Defesa De Uma Pedagogia Libertadora Para A Educação Ambiental. In: Ministério do Meio Ambiente - Diretoria de Educação Ambiental. *Identidades da educação ambiental brasileira*; Philippe Pomier Layrargues (coord.). – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 85-112, 2004. Disponível em: < https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/livro_ieab.pdf >
- MEDEIROS, M. V.; CABRAL, C. L. O. Formação docente: da teoria à prática, em uma abordagem sócio-histórica. *Revista e-Curriculum*, v. 1, n. 2, 2006. Disponível em: < <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/3122> >. Acesso em: 04 Nov. 2021.
- MCNEILL, K. L.; LIZOTTE, D. J.; KRAJCIK, J. & MARX, R. W. Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the*

Learning Sciences, v.15, n.2, p.153-191, 2006. Disponível em: <https://www-tandfonline.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1207/s15327809jls1502_1?needAccess=true>

NIELSEN, J. A. Science in discussions: An analysis of the use of science content in socioscientific discussions. *Science Education*, n. 3, v. 96, p. 428-456, 2012. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/sce.21001>>. Acesso em: 4 Nov. 2021.

RAZERA, J. C. C.; NARDI, R. Ética no ensino de ciências: responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 11, n. 1, 2006. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/502>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

REIS, P. O ensino da ética nas aulas de ciências através do estudo de casos. *Interações*, n. 5, p. 36-45, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4725>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

RIBEIRO, I. M.; BRONSTEIN, K. P. Da produção à publicidade: uma questão de consumo. *Cadernos de Comunicação*, v. 17, n. 1, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/ccomunicacao/article/view/8999/6644>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/WfDs8R99nzsc6QPntc8F5Vt/>>. Acesso em: 04 Nov. 2021

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: CONTEXTO BRASILEIRO. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), v. 13, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172011130202>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SADLER, T. D. BARAB, S. A.; SCOTT, B. What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, v. 37, n. 4, p. 371–391, 2007. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11165-006-9030-9>>. Acesso em: 04 Nov. 2021

SADLER, T. D. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 41, n. 5, p. 513–536, 2004a. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1002/tea.20009>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SADLER, T. D. Moral and Ethical Dimensions of Socioscientific Decision-Making as Integral, Components of Scientific Literacy. In: Annual Meeting of the Hoosier Association of Science Teachers, Inc. Indianapolis, IN, 18-20 fev., 2004b. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ740943.pdf>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SADLER, T. D. Moral Sensitivity and Its Contribution to the Resolution of Socio-scientific Issues. *Journal of Moral Education*, v. 33, n. 3, p. 339–358, 2004c. Disponível em: <<http://web-a>

ebscohost.ez338.periodicos.capes.gov.br/ehost/detail/detail?vid=0&sid=0f7b6a69dce14b989ceed86592d1edfe%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9cHQYnImc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=14350325&db=aph>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. Patterns of Informal Reasoning in the Context of Socioscientific Decision Making. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 42, n. 1, p. 112–138, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1002/tea.20042>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, v. 88, n. 1, p. 4–27, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/sce.10101>>. Acesso em: 27 jan. 2020.

SANTOS, P. G. F; ARENGHI, L. E. B. A articulação da Natureza da Ciência e Divulgação Científica no ensino por meio das Questões Sociocientíficas. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Águas de Linóia, SP, 2015. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1260-1.PDF>> .Acesso em: 4 Nov. 2021.

SANTOS, J.C.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Poluição hídrica: uma questão sociocientífica para abordar ética ambiental no ensino fundamental de ciências. Em: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N (Orgs.). Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador, EDUFBA, 2018. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/n7g56/pdf/conrado-9788523220174-09.pdf>>

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Revista Ciência e Educação*, v. 7, n° 1 p.95-111, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QHLvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SASSERON, L. H. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO: RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIAS DA NATUREZA E ESCOLA. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, n. esp. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SAUNDERS, K. J.; RENNIE, L. J. A Pedagogical Model for Ethical Inquiry into Socioscientific Issues In Science. *Research in Science Education*, v. 43, n. 1, p. 253–274, 20 out. 2011. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11165-011-9248-z>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SAXENA, A.; BEHARI, A. Negotiating Ethical Issues in Biology: Three Case Studies. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, v. 10 n. 1, 30 jun. 2016. Disponível em: <<https://resmicte.library.upatras.gr/review/article/view/2266>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SCARPA, D. L. O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 15-30, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/PKv8pPgwt9gsjJxWfCXfzzS/>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SCHOR, T. Reflexões sobre a imbricação entre ciência, tecnologia e sociedade. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 337-367, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167831662007000300004&lng=e&nrm=iso>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

SIMONNEAUX, L. Argumentation in Science Education: An Overview. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ORG.) *Argumentation in Science Education*. Springer Netherlands, 2007, 179-199 p.

XIN ZHANGA et al. Children's Moral Reasoning: Influence of Culture and Collaborative Discussion. *Journal of Cognition & Culture*, v. 13, n. 5, p. 503–522, 2013. Disponível em: <https://search-ebscohost-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=90606048&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 4 nov. 2022.

ZEIDLER, D. L.; HERMAN, B. C.; SADLER, T. D. New Directions in Socioscientific Issues Research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://diser.springeropen.com/articles/10.1186/s43031-019-0008-7>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.

ZOHAR, A., e NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), p. 35–62, 2002. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1002/tea.10008>>. Acesso em: 04 Nov. 2021.