

A argumentação em discussões sobre a descoberta da radioatividade: uma análise a partir da releitura do modelo de Toulmin

The argumentation in discussions about the discovery of radioactivity: an analysis based on re-reading Toulmin's model

Robson Domingos da Cruz Santos¹
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: robsondomingos@gmail.com

Ana Carla de Oliveira Santos²
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: carlinhaacos@hotmail.com

Jennyfer Alves Rocha³
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: jennyferalvesrocha@hotmail.com

Adjane da Costa Tourinho e Silva⁴
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: adjane@academico.ufs.br

Resumo: Neste trabalho apresentamos uma análise da estrutura e do conteúdo dos argumentos produzidos por alunos em discussões sobre ciência e sociedade (em um episódio sobre a radioatividade) dentro de uma SEA (Sequência de Ensino e Aprendizagem) elaborada na perspectiva da Abordagem Contextual, por meio da releitura do modelo de Toulmin. O modelo de Toulmin serviu de referência para a estrutura dos argumentos. Já a releitura de Gonçalves-

¹ Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Mestre pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (2019) e licenciado em Física (2017), ambos pela UFS. Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-2151-4244>.

² Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Mestra em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECIMA/UFS. Graduada em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Sergipe. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5516-7065>.

³ Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe- UFS (2018). Pós-graduanda em Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva pela Universidade Federal de Sergipe - UFS (2024). Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Sergipe- UFS (2015). Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-9159-6736>.

⁴ Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais, na linha de Ensino de Ciências (2008). Mestra em Educação (2000) e licenciada em Química (1989) pela Universidade Federal de Sergipe. Professora titular aposentada da Universidade Federal de Sergipe, atuando como voluntária no Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática (PPGECIMA) e na Rede Nordeste de Ensino (RENOEN). Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8996-0689>.

Segundo propõe uma leitura multidimensional, destacando a relevância do contexto no uso de construção dos argumentos. Os resultados demonstram como a releitura permite abordar aspectos discursivos e linguísticos do argumento que o modelo tradicional não alcança, revelando uma compreensão profunda da forma como os estudantes articulam a construção de argumentos.

Palavras-chave: argumentação; modelo de Toulmin; releitura do TAP.

Abstract: In this paper, we present an analysis of the structure and content of the arguments produced by students in discussions about science and society (in an episode on radioactivity) within a Teaching and Learning Sequence (TLS) designed from the perspective of the Contextual Approach, through a reinterpretation of Toulmin's model. Toulmin's model served as a reference for the structure of the arguments. Gonçalves-Segundo's reinterpretation, on the other hand, proposes a multidimensional reading, highlighting the relevance of context in the construction of arguments. The results demonstrate how this reinterpretation enables an examination of discursive and linguistic aspects of the argument that the traditional model does not address, revealing a deep understanding of how students articulate argument construction.

Key words: argumentation; Toulmin Model; reinterpretation of TAP.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se desenvolvido um grande debate sobre a natureza da ciência e como essa dimensão da alfabetização científica deve ser apresentada aos estudantes da Educação Básica (Sasseron; Briccia; De Carvalho, 2013; Sasseron, 2015; Marques; Marandino, 2018; Guimarães; De Moura, 2021). Compreendida como uma linguagem historicamente construída (Chassot, 2003), a ciência não é estática nem absoluta, mas uma atividade humana dinâmica, condicionada por contextos sociais, culturais e históricos, o que implica reconhecer o caráter provisório e revisável dos conhecimentos que produz (Pozo, 2009).

A inserção da História e da Filosofia da Ciência no ensino contribui para a construção de uma visão mais crítica e contextualizada da ciência, ao evidenciar que modelos e teorias se transformam em função de debates internos à comunidade científica e de condicionantes sociais mais amplos (Forato; De Andrade Martins; Pietrocola, 2012). Assim, a compreensão da dimensão discursiva da ciência, ancorada em abordagens socioculturais, traz importantes implicações para a educação científica.

Desde a década de 1990, as interações e práticas discursivas passam a ser valorizadas na Educação em Ciências, considerando-se não apenas que as investigações escolares devem gerar espaço para elas a fim de repassar aos alunos uma visão de ciência ancorada em epistemologias contemporâneas, mas assumindo também que se constituem em um aspecto fundamental na construção do conhecimento, de acordo com as concepções de Vigotsky e seus seguidores no Ocidente (Jiménez-Aleixandre e Erduran, 2007; Lemke, 1990). Aliado aos estudos epistemológicos e da psicologia sócio-histórica, há, ainda, o compromisso com o ideal de sociedade democrática, em que os cidadãos devem estar preparados para apresentar e defender seus pontos de vista por meio de argumentos consistentes.

Diversos estudos (Kuhn, 1993; Jiménez-Aleixandre; Rodrigues; Duschl, 2000; Zohar; Nemet, 2002; Sadler; Donnelly, 2006; Sá; Kasseboehmer; Queiroz, 2014; Pabuccu; Erduran, 2016) discutem o processo de construção de argumentos em sala de aula por meio de debates, evidenciando mudanças significativas nas concepções de ensino e aprendizagem em Ciências. Tais estudos mostram que a argumentação, especialmente em atividades de resolução de problemas e em discussões de dilemas sociocientíficos, favorece o desenvolvimento de raciocínios mais complexos, o que reforça a importância de práticas pedagógicas que promovem a problematização e o debate para instauração de espaços favoráveis à argumentação (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000; Zohar; Nemet, 2002). Além disso, pesquisas baseadas no modelo de Toulmin propõem instrumentos para analisar a qualidade dos argumentos e aprimorar as interações discursivas em sala de aula (Pabuccu; Erduran, 2016).

Destacam-se, ainda, estudos que apontam a importância de atividades didáticas centradas em investigações e em situações do cotidiano dos alunos para o desenvolvimento de competências voltadas à compreensão e à participação crítica em questões sociais envolvendo ciência e tecnologia (Millar; Osborne, 1998; Gil-Pérez *et al.*, 2005). Nessa perspectiva, aliam-se à ideia de alfabetização científica, compreendida como um processo que ultrapassa a mera assimilação de conteúdo, favorecendo a reflexão sobre o papel social da ciência e suas implicações éticas e ambientais. Sasseron e

Carvalho (2008) discutem que a alfabetização científica se articula em três eixos estruturantes – a compreensão (i) dos conceitos científicos, (ii) da natureza da ciência e (iii) das relações entre ciência, tecnologia e sociedade –, sendo a argumentação um elemento integrador que possibilita a mobilização articulada de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais. A argumentação assume papel central nesse processo, por favorecer a organização lógica do pensamento, o desenvolvimento do pensamento crítico e a metacognição, direcionando-se ao questionamento, à análise e à justificação de ideias (Sasseron; Carvalho, 2008).

A inserção da argumentação como eixo para discutir a natureza da ciência e suas relações com a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente implica a criação de ambientes de aprendizagem que favoreçam essa prática e o desenvolvimento de instrumentos para avaliar a qualidade dos argumentos dos estudantes e sua articulação com o conhecimento científico.

Modelos teóricos, como o de Toulmin (1958), têm sido amplamente utilizados para analisar a organização lógica dos argumentos e sua qualidade, evidenciando que a argumentação envolve processos cognitivos complexos, como o uso de evidências, a justificativa e a consideração de contra-argumentos (Erduran; Simon; Osborne, 2004).

Embora relevante, a literatura tem apontado limitações do modelo de Toulmin, o que tem motivado releituras e adequações, entre as quais se destaca a proposta de Gonçalves-Segundo (2020), adotada como referencial neste estudo. A partir dela, surgiu nossa inquietação: de que maneira a releitura do modelo de Toulmin proposta por Gonçalves-Segundo permite a abordagem das dimensões dialógicas e retóricas na análise de argumentos produzidos por alunos do Ensino Médio envolvidos em discussões sobre episódios da História da Ciência?

Nessa perspectiva, o presente artigo analisa a estrutura e o conteúdo dos argumentos, em suas distintas dimensões, produzidos por alunos em discussões sobre o episódio da descoberta da radioatividade, desenvolvidas em uma Sequência de Ensino e Aprendizagem fundamentada na Abordagem Contextual.

A Abordagem Contextual (AC), proposta por Matthews (1995), articula aspectos da História, Filosofia e Sociologia da Ciência à construção do conhecimento científico, considerando fatores externos à prática dos cientistas, como contextos políticos, econômicos e sociais (Rocha, 2018). Essa perspectiva contribui para humanizar o ensino de Ciências, tornando-o mais reflexivo e favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico.

Ao valorizar a argumentação como prática social e cognitiva, a AC possibilita que os estudantes compreendam a ciência como uma construção humana e histórica, permeada por controvérsias, e não como um conjunto de verdades absolutas. Assim, a análise dos argumentos dos alunos busca apreender não apenas sua estrutura formal, mas também os sentidos atribuídos à natureza da ciência, a articulação com os conhecimentos escolares e a reflexão crítica sobre questões sociocientíficas.

ARGUMENTAÇÃO E O PADRÃO DE ARGUMENTO DE TOULMIN

Leitão e Damianovic (2011) compreendem a argumentação como uma forma básica de pensamento presente na vida cotidiana, que envolve mais do que a simples troca de ideias, implicando a mobilização de raciocínios, a seleção de informações e a organização de justificativas, o que a configura como uma prática discursiva e cognitiva de construção, defesa e avaliação de posições. Essa prática assume características distintas conforme o contexto em que ocorre, sendo, no campo científico, predominantemente analítica e dialética, orientada pela consistência lógica, pela sustentação empírica e pelo confronto de hipóteses, embora a dimensão retórica também esteja presente na apresentação e defesa pública dos resultados (Van Eemeren; Grootendorst, 1999; Duschl, 2008). A argumentação científica constitui-se como uma prática social complexa que articula raciocínio lógico, interação discursiva e processos de validação coletiva do conhecimento (Driver *et al.*, 2000; Erduran; Simon; Osborne, 2004).

argumentação. A análise centrada apenas nos componentes pode desconsiderar aspectos como a dinâmica do diálogo, o papel da escuta, a negociação de sentidos e a reformulação de ideias. Em consonância, a abordagem sociocultural (Mortimer; Scott, 2003; Leitão; Damianovic, 2011) defende que a análise da argumentação em sala de aula deve considerar o discurso como um processo coletivo de construção de significados, no qual a qualidade argumentativa resulta da articulação entre estrutura lógica e função social e epistêmica do diálogo.

UMA RELEITURA DO TAP-MODELO MULTIDISCIPLINAR DE GONÇALVES-SEGUNDO

Considerando as releituras do Padrão de Argumento de Toulmin, destaca-se a proposta de Gonçalves-Segundo (2020a), que critica sua interpretação como um modelo monológico e restrito ao produto final da argumentação. Para o autor, o layout de Toulmin pode também descrever a argumentação como processo, desde que reconceptualizado sob perspectivas linguística, discursiva e cognitiva.

Partindo da ideia de que a argumentação se funda no dissenso, Gonçalves-Segundo define o “problema epistêmico” como uma questão para a qual são possíveis posições divergentes que geram alegações sustentadas por razões, configurando o chamado movimento argumentativo. Nessa reconceptualização, as alegações são respostas possíveis ao problema epistêmico, enquanto as contra-alegações representam posições alternativas, mobilizadas por proponentes e oponentes no jogo de legitimação de diferentes concepções de realidade.

Diferentemente de Toulmin, Gonçalves-Segundo evita tratar os **Dados** como fatos, mas sim “como construções linguísticas e/ou imagéticas que simulam veracidade em termos de um regime de discursividade legitimado por dado grupo social, como se aquela proposição estivesse “fora de questão” (Gonçalves-Segundo, 2020a, p. 244). É necessário que os **Dados** sejam relevantes para que se tenha adesão as **Alegações**.

Tendo em vista a possibilidade da não aceitabilidade dos dados, o autor apresenta distintas formas de macroestruturação, em que se tem clara a forma como ocorre o fluxo orientado dos Dados à Alegação. A saber: (i) **Macroestrutura coordenativa cumulativa**, ocorre quando vários Dados são associados para dar suporte à **Alegação**, mostrando que a **Alegação** se sustenta se o **Dado** for associado a outros; (ii) **Macroestrutura múltipla**, ocorre quando ao longo de um debate, um **Dado** é abandonado, buscando-se um **Dado** diferente, independente do anterior, para transferir aceitabilidade à **Alegação**; (iii) **Macroestrutura subordinativa**, ocorre quando, localmente, um **Dado** passa a ser uma **Alegação**, repetindo-se esse processo até que se alcance a **Alegação** central; e (iv) **Macroestrutura encaixada**, ocorre quando o **Dado**, ou outros elementos, são sustentados por uma base.

Quem atribui relevância à passagem dos **Dados** à **Alegação** é “uma representação discursiva, em geral, implícita, não textualizada, tipo um raciocínio, um esquema cognitivo que prevê relevância causal, analógica ou sintomática entre ambos” (Gonçalves-Segundo, 2020a, p. 244), a qual no modelo de Toulmin é chamada de **Garantia**. Enquanto a **Garantia** dá suporte à passagem dos Dados às **Alegações**, a **Base** deve ser utilizada para dar mais relevância ao **Dado**, utilizando-se de leis em geral, pesquisas científicas, dados estatísticos. Todavia, na releitura proposta, **Base** ou **Apoio** não se restringe a apoiar apenas a **Garantia**, mas também outros elementos do modelo, como os dados e as refutações.

Além destes elementos, há os **Qualificadores e os Refutadores**. Os primeiros expressam o quão comprometido está o proponente sobre sua **Alegação**. É importante ressaltar que os qualificadores podem, também, incidir sobre quaisquer elementos do padrão. O segundo elemento diz respeito à **Refutação**. Este é utilizado para fragilizar as **Alegações** ou promover adesão às alternativas. O autor divide os refutadores em internos, quando se tem a função de minar de fato as **Alegações**, dentro do movimento focal, ou direcionados à **Garantia, Base e Dados**; e **externos**, quando focalizam um movimento argumentativo alternativo ao central, já denominados de contra-argumentos.

Para Gonçalves-Segundo (2020b), uma análise argumentativa deve considerar, pelo menos, cinco dimensões interligadas: (i) Configuração funcional - permite a expansão do modelo de Toulmin verticalmente (em que a Base fornece suporte à Garantia, aos Dados e até à Refutação) e horizontalmente (Dados e razões podem ser sustentados por novos Dados, tornando-se Alegações novas); (ii) Macroestrutura – envolve compreender como as proposições que compõem um movimento argumentativo são combinadas para sustentar uma Alegação, podendo ser subordinativa, múltipla, coordenativa e coordenativa complementar; (iii) Esquematização – permite compreender tipos de raciocínios (causal – ocorre quando algo é apresentado como um fato aceito no argumento e que inevitavelmente leva ao evento que é mencionado na alegação; analógico – relação de semelhança do que é enunciado no argumento e o que é enunciado na alegação; ou sintomático – é justificado pela ideia de frames, ou seja, associar um valor à uma lacuna) e de estratégias empregadas para embasar alegações a partir de argumentos; (iv) Ancoragem Socioafetiva – A análise na dimensão de Ancoragem é feita considerando as habilidades dos participantes em construir sua própria imagem de forma positiva, chamada de Ethos, e em criar vínculos com o público por meio de valores e crenças, chamado de Phatos. Ethos e Pathos são elementos da argumentação retórica, propostos por Aristóteles; e (v) Orientação Argumentativa – envolve compreender como os proponentes dos movimentos argumentativos se apropriam das unidades lexicais e dos esquemas gramaticais na construção de dados, alegações, refutações e bases (Gonçalves-Segundo, 2020b). Esta dimensão possibilita a associação de conceptualizações das linguagens com “relações intersentenciais, referenciação, evidencialidade, polaridade, modalidade, quantificação, intensificação, avaliação, atos de fala, entre outros” (Gonçalves-Segundo, 2020b, p. 14).

METODOLOGIA

Neste trabalho, apresentamos uma análise estrutural e de conteúdo dos argumentos produzidos por alunos em discussões sobre ciência e sociedade a partir de uma Sequência Didática (SD) elaborada segundo os pressupostos da Abordagem Contextual. A análise foi realizada por meio de uma releitura do Padrão de Argumento de Toulmin([1958] 2006), conforme a proposta de Gonçalves-Segundo (2020), que atualiza o modelo clássico do filósofo, ampliando sua aplicabilidade às interações discursivas no contexto educacional.

A Sequência Didática⁵ na qual se insere o episódio analisado neste artigo foi desenvolvida na pesquisa de mestrado da 3ª autora. Tal sequência foi aplicada na forma de minicurso a 26 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Federal de Ensino, situada no município de São Cristóvão, estado de Sergipe. As aulas foram conduzidas pela professora-pesquisadora. Entretanto, em algumas delas houve participação da professora regente da turma. Os dados foram coletados por meio de questionários escritos e gravações em vídeo das aulas, de modo a registrar tanto as produções textuais individuais quanto as interações orais nos grupos. As falas e interações registradas em vídeo foram posteriormente transcritas e segmentadas em episódios⁶. Na transcrição, a professora pesquisadora foi identificada por P01 e os alunos por A1, A2, A3.... An. Tais dados, armazenados no banco de dados de nosso grupo de pesquisa, foram revisitados para o estudo apresentado neste artigo.

O episódio analisado se insere na aula 05 da SD, em que foi abordada a descoberta da radioatividade. A escolha de tal episódio se justifica por ele apresentar um conjunto representativo de interações discursivas ricas em argumentos completos, permitindo o exame aprofundado da estrutura e do conteúdo dos argumentos produzidos. Além disso, a descoberta da radioatividade constitui-se em um episódio da História da Ciência que oferece um campo fértil para a discussão de aspectos característicos da Natureza da

⁵ A compreensão da natureza da Ciência a partir do estudo de radioatividade: contribuições de uma sequência de ensino-aprendizagem. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/8560>

⁶ Segundo Mortimer, Massicame, Tiberghien e Buty (2007), os episódios são recortes de uma aula, consistindo em um conjunto coerente de ações e significados produzidos pelos participantes em interação, com nítidas fronteiras temáticas.

Ciência, pois evidencia a interlocução de diferentes cientistas, disputas por reconhecimento e implicações éticas e tecnológicas das descobertas científicas.

A análise ocorreu em duas etapas complementares: i) Análise estrutural, voltada à identificação dos componentes do argumento segundo o modelo de Toulmin, buscando mapear a organização interna e a coerência lógica dos raciocínios apresentados pelos alunos; ii) Análise do conteúdo a partir da proposta de Gonçalves-Segundo, destinada à interpretação dos significados e sentidos expressos nos argumentos, relacionando-os aos temas da natureza da ciência e às relações entre ciência e sociedade.

Assim, esta metodologia desenvolvida na pesquisa articula três eixos fundamentais: (a) o contexto histórico e social do conhecimento científico, mediante a Abordagem Contextual enquanto proposta didática; (b) a estrutura e qualidade dos argumentos produzidos, segundo o modelo de Toulmin reinterpretado por Gonçalves-Segundo; (c) a dimensão discursiva da aprendizagem, compreendida como processo interativo de construção de significados. Essa integração teórico-metodológica permite compreender de que modo as práticas argumentativas em sala de aula contribuem para a formação de um pensamento crítico e reflexivo sobre a ciência, seu funcionamento e seu papel na sociedade contemporânea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como a discussão girou em torno do texto sobre a descoberta da radioatividade, a questão argumentativa, entendida como um problema epistêmico, foi: Quem descobriu a radioatividade? Trata-se de um problema epistêmico, pois a pergunta tem o potencial de gerar diferentes respostas, sem que haja para ela uma única possível.

No episódio analisado, os grupos⁷ de alunos se dividem entre Becquerel e Marie Curie, como descobridor(a) da radioatividade. Vale ressaltar, todavia, que os alunos que optaram por considerar Becquerel, deram peso ao seu papel de ser o primeiro a “ver” o fenômeno e divulgá-lo à sociedade científica, embora sem explicá-lo como tal e sim como um tipo de fosforescência retardada. Aqueles que optaram por Marie Curie, deram peso à sua elaboração conceitual, considerando que o fenômeno (radioatividade) passa a existir em função da definição apresentada pela cientista. Há ainda os que consideraram não ser possível indicar um descobridor, já que todos os envolvidos colaboraram para isto; todavia, resolvemos considerar neste trabalho apenas as duas primeiras respostas argumentativas.

Segue uma breve transcrição do episódio:

Turno 69 - A01: Foi Becquerel!

Turno 69 - P01: Por que vocês chegaram a essa conclusão?

Turno 71 - A01: [...] Porque se for ver a explicação da Marie Curie, foi totalmente diferente da que ele deu, mas mesmo com a explicação incorreta dele a gente acha que ele foi de extrema importância porque ele espalhou para a comunidade científica a propriedade dessa substância. [...] Mas, então foi o que eu disse, mesmo a explicação dele estando errada, a gente acha que ele foi o precursor dessa descoberta porque foi ele que espalhou para a comunidade científica esse conhecimento. Então, foi ele que permitiu que a Marie Curie desse a explicação, que mais tarde ia ser a explicação plausível, a correta.

[...]

Turno 79 - A11: Então, eu vou apresentar um e as meninas o outro. É... nós três acreditamos que foi Becquerel pelo fato de ele ter visto, mas assim ele não disse que era a radioatividade, mas foi ele quem viu o fenômeno, foi ele quem presenciou a primeira vez. Então por esse motivo e por outros fatores também nós acreditamos que foi Becquerel.

[...]

Turno 84 - A12: É porque eles ((os colegas)) tinham uma opinião que é Becquerel e eu tenho uma opinião contrária. Que é Marie.

⁷ É importante salientar que não houve divisão prévia de grupos; estes surgiram à medida que as discussões sobre a radioatividade se desenrolavam. No episódio, três alunos se inclinaram a defender o Becquerel como “descobridor” do fenômeno; quatro, a Marie Curie; e outros quatro ficaram em posição de consenso.

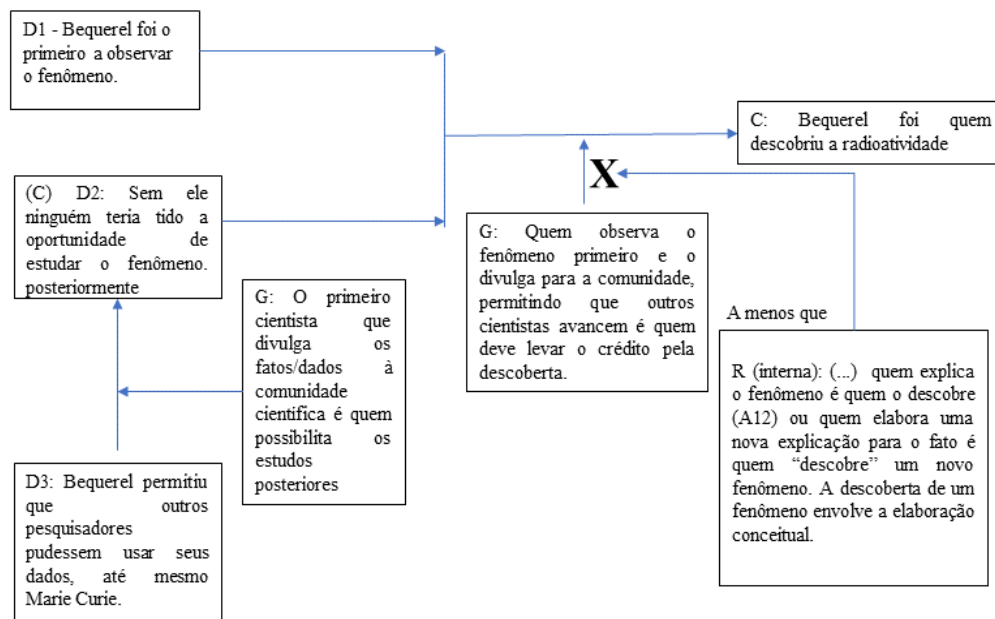
Turno 85 - P01: Por que Marie?

Turno 86 - A12: Porque... tipo, Becquerel, como ela mesmo falou, ele não chegou a um conceito meio que correto, porque ele achava que eram os raios de Becquerel, já Marie não, ela teve um estudo mais aprofundado e foi ela quem descobriu a radioatividade, deu continuidade aos experimentos de Becquerel. Porque ele só fez confirmar o que já existia ((refere-se ao fato de Bequerel considerar o fenômeno uma fosforescência)).

Para Gonçalves-Segundo (2020b), uma análise argumentativa deve considerar, pelo menos, cinco dimensões interligadas: (i) Configuração funcional; (ii) Macroestrutura; (iii) Esquematização; (iv) Ancoragem Socioafetiva; (v) Orientação Argumentativa.

Uma possível análise da configuração funcional para o movimento argumentativo do grupo, tendo como base o modelo de Toulmin, é a seguinte:

Figura 2 - Configuração funcional do movimento argumentativo



Fonte: os autores

Na configuração funcional acima podemos observar uma macroestrutura coordenativa cumulativa entre os Dados 1 e 2 e uma macroestrutura subordinativa entre os Dados 2 e 3. O Dado 2 decorre do Dado 3, sendo em relação a este último uma alegação ou conclusão. Os alunos concluem (C/D2) que sem os trabalhos de Bequerel ninguém poderia, posteriormente, estudar o fenômeno. Eles partem do fato (D3) de que outros pesquisadores utilizaram os dados deste cientista para avançar em seus estudos e, como Garantia de inferência, levam em conta a concepção de que o primeiro cientista, que divulga os fatos à comunidade, é quem possibilita os estudos posteriores. Os dois dados (D1 e D2) conjuntamente levam à alegação/conclusão de que foi Bequerel o descobridor da radioatividade. A garantia de inferência para isso pode ser expressa da seguinte forma: Quem observa o fenômeno primeiro e o divulga para a comunidade, permitindo que outros cientistas avancem é quem deve levar o crédito pela descoberta. Essa conclusão é defendida, mesmo com a percepção de que Bequerel tenha explicado o fenômeno como uma fluorescência retardada. Tal concepção pode ser entendida como um elemento que comporá o movimento argumentativo alternativo. Como refutação interna há a concepção de que essa conclusão se torna inválida caso o pressuposto para a descoberta de um “novo” fenômeno seja a elaboração de uma explicação com novos conceitos, como apontado por A12, no turno 86: *Porque tipo Becquerel, como ela mesmo falou, ele não chegou a um conceito meio que correto porque ele achava que eram os raios de Becquerel, já Marie não, ela teve um estudo mais aprofundado e foi ela quem descobriu a radioatividade, deu continuidade aos experimentos de Becquerel. Porque ele só fez confirmar o que já existia.* Em sua fala, A12 traz ideia de que a descoberta de um novo fenômeno presume uma elaboração conceitual.

Para situar melhor nossa análise, daqui por diante, tomaremos como protagonistas, de cor azul, os alunos que estão a favor de Becquerel como descobridor da radioatividade e, por conseguinte, como antagonistas, de cor amarela, os que estão a favor de Marie Curie como a pessoa que realizou tal feito. A releitura de Gonçalves-Segundo abre espaço para que possamos analisar como foram construídos os argumentos tanto na perspectiva

do protagonista, quanto na do antagonista. Discutiremos, então, os movimentos argumentativos de cada um desses atores.

Ressaltamos que a dimensão de esquematização, grosso modo, nos permite compreender como os participantes dos movimentos argumentativos organizaram seus argumentos a partir da utilização de diferentes tipos de raciocínio, como os causais, analógicos e sintomáticos. Nessa perspectiva, passamos a avaliar o avanço do argumento do protagonista. Inicialmente, ele se vale do raciocínio sintomático (turno 41), ao trazer concepções referentes à abordagem dos modelos atômicos, comumente apresentada nos livros didáticos, para sua análise acerca da descoberta da radioatividade: **A01** – *Dalton, por exemplo, quando ele começou a estudar o átomo, ele disse que era compacto, que era uma bola e indivisível. Ele estava errado, mas é porque ele foi o primeiro a estudar. Então, ele pegou todo o começo, não tinha nenhuma base para estrutura. Aí veio Thompson que já tinha toda uma base e ele foi evoluindo, então eu acho que isso foi a mesma coisa que aconteceu com a radioatividade. Ele foi o primeiro, então o primeiro é o que menos tem o banco de dados e informações para poder avançar no conhecimento sobre o assunto.*

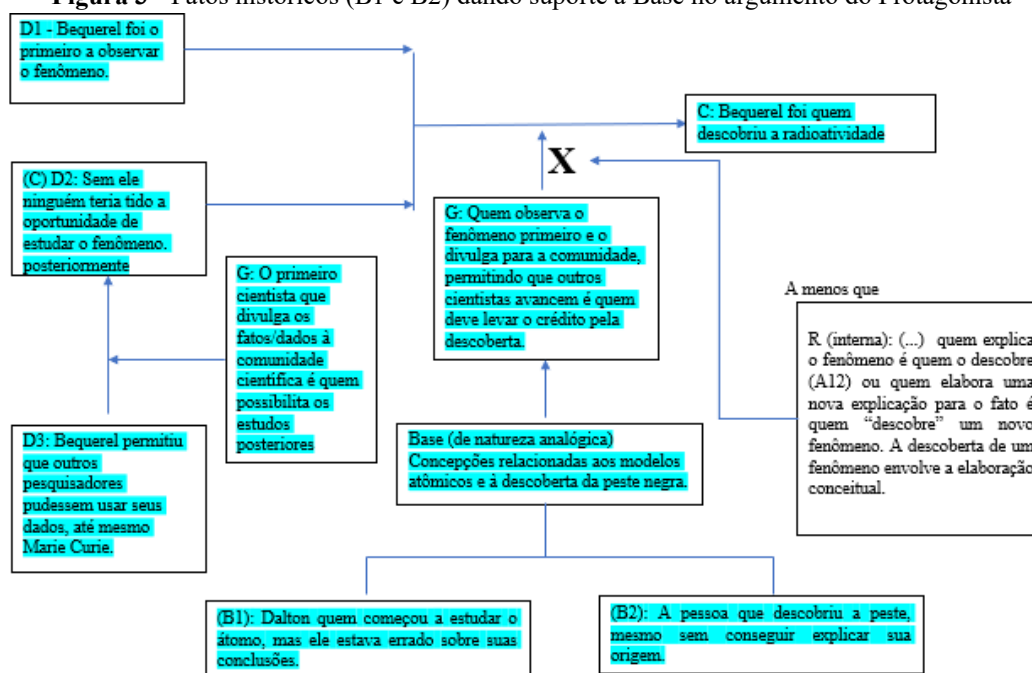
A abordagem aos modelos atômicos que prevalece na maioria dos livros didáticos traz uma concepção linear e cumulativa de ciência, em que as novas ideias se sobrepõem às anteriores em um processo necessariamente evolutivo. Não se discute as rupturas ou mudanças de paradigmas (Khun, 1968/2020) que se instauram no desenvolvimento científico. Sob esse enfoque, os diferentes modelos atômicos não são percebidos como distintas formas de se abordar um fenômeno, com diferentes compromissos epistemológicos, em função das questões e dos interesses que mobilizam a análise que se deseja. Nesse sentido, como discute Mortimer (2000), é possível utilizar um modelo atômico do século XIX, mas com a perspectiva atual, levando em conta a sua utilidade em determinado contexto, bem como a existência de outros modelos explicativos.

Em paralelo ao raciocínio sintomático, é possível observar um raciocínio analógico, quando o aluno A1 compara Becquerel à Dalton e à pessoa que descobriu a peste negra (turno 61). **A01** - *Tipo aqueles médicos da Idade Média, descobriram a peste*

negra, aí dizer que a peste negra é uma doença de pessoa que não tinha alma sabe. Aí depois os caras foram lá e descobriram que a peste negra era a doença que vinha da pulga do rato mas, tipo, mesmo com a explicação desse cara que descobriu primeiro, sendo errado, mas foi ele que deu o princípio, tem grande importância. É como um prédio e aí ele é a base, se não tiver a base não tem como ter o prédio.

Em ambas as situações, o aluno/protagonista se vale de uma macroestrutura cumulativa e subordinada. Ele usa o fato de que, mesmo chegando às conclusões erradas, tais personagens, foram os pioneiros em suas respectivas áreas, como podemos observar na Figura 3. A fim de dar suporte à sua garantia, o aluno A1 utiliza uma Base de natureza analógica. Já para chegar localmente à esta Base, ele evoca fatos históricos (como suporte epistemológico), observados em B1 e B2 (a ausência de setas é proposital, já que esses dados não apresentam hierarquia em relação à Base) que representam como ele possivelmente construiu essa Base.

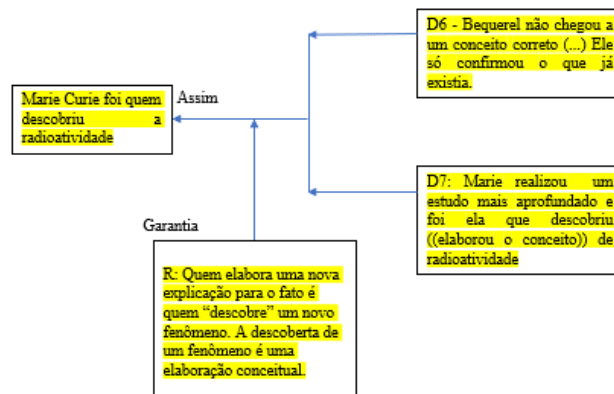
Figura 3 - Fatos históricos (B1 e B2) dando suporte à Base no argumento do Protagonista



Fonte: os autores

Passando ao argumento do antagonista, podemos observar, na Figura 4, como a configuração funcional nos permite entender que os Dados 6 e 7, em uma macroestrutura coordenativa cumulativa, foram utilizados para alcançar a **Alegação** sob a garantia proposta. A Garantia de Inferência, que possibilita a passagem dos dados à Alegação/Conclusão corresponde à refutação interna que aparece no movimento argumentativo do grupo protagonista, expresso na Figura 2.

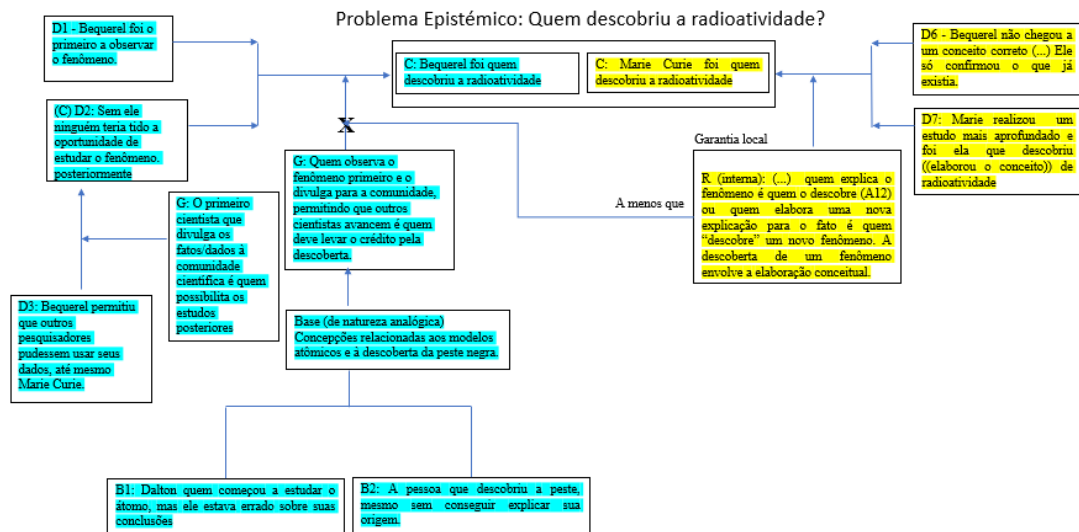
Figura 4 - Movimento argumentativo do antagonista (também conhecido como movimento argumentativo alternativo baseado na refutação externa).



Fonte: os autores

Abaixo, na Figura 5, temos a configuração funcional para o movimento argumentativo do episódio, considerando o argumento do protagonista e do antagonista, o qual se caracteriza como refutação externa.

Figura 5 – Configuração funcional de todo o movimento argumentativo ao longo do episódio



Fonte: os autores

Passamos agora a discutir a Ancoragem Afetiva. No caso aqui discutido, o raciocínio analógico, quando demonstra conhecimentos históricos (por exemplo) do protagonista, nos leva a tal dimensão. A ancoragem afetiva nos permite analisar como os participantes dos movimentos argumentativos utilizaram elementos emocionais e/ou sociais para persuadir o público. Em específico, para o Protagonista, ao utilizar fatos sobre Dalton e a peste negra, ele se mostra conhecedor da história, o que revela sua capacidade de buscar credibilidade e fortalecer seus argumentos diante dos colegas, o que se encaixa no Ethos. No que concerne aos Phatos, o Protagonista, no **turno 59 coloca: A01** – “*Mas velho, isso foi injusto, ele descobriu o negócio, mesmo que ele tenha explicado errado velho é sei lá, ele divulgou, está ligado*”. A1 evoca seu senso de justiça para tentar persuadir seus companheiros. Em outro turno (**61**) **A01** expõe – “*Tipo aqueles médicos da Idade Média, descobriram a peste negra, ai dizer que a peste negra é uma doença de pessoa que não tinha alma sabe*”, o que nos mostra sua tentativa de comover os colegas, apelando aos valores morais e éticos. Nesse sentido, o aluno considera que é uma questão de justiça atribuir a descoberta da radioatividade a Becquerel.

A Orientação Argumentativa nos permite analisar como foi a escolha de palavras (para dar significados e conotações diferentes), como foram organizadas as frases

(modalização) e como os participantes organizaram as frases entre elas ao longo do movimento argumentativo (Gonçalves-Segundo, 2020b). Durante os turnos podemos observar algumas orientações específicas: 1 – Modalidade, como no **turno 8**, em que **A01** expressa- *“Eu acho porque se não fosse ela não teria descoberto sobre a radioatividade...”*, **turno 10, A01** - *“Mas eu acho que ele tipo, se não fosse ele não teria nem começado...”*, **turno 41, A01** - *“Porque assim, eu acho que, beleza, a explicação dele não foi muito boa...”*. Como podemos observar, o uso do verbo “achar” remete a ideia de modalização epistêmica, o que pode representar uma incerteza sobre o conhecimento evocado, ou até mesmo uma abertura para outras possibilidades de afirmações. 2 – Qualificação, como no **turno 10**, em que **A01** expressa - *“outra pessoa poderia entrar no lugar dela, mas outra pessoa não poderia entrar no lugar dele, porque ele foi o primeiro de todo mundo”*. Aqui são usados termos de quantificação como “outra”, para dar qualidades ao Becquerel enquanto pioneiro. 3 – Intensificação, como em **turno 59, A01** - *“Mas velho, isso foi injusto! Ele descobriu o negócio, mesmo que ele tenha explicado errado.”*. Nesse turno de fala observa-se uma entonação de indignação, talvez com os colegas de classe, enquanto os mesmos não reconhecem Becquerel como o pioneiro. 4 – Avaliação, como em **turno 61, em que A01** utiliza-se de uma analogia para dar importância à “descoberta” de Becquerel: *“...tem grande importância. É como um prédio e aí ele é a base, se não tiver a base não tem como ter o prédio.”*. Pode-se perceber a mesma orientação em outras passagens aqui já citadas.

As discussões analisadas revelam por um lado, uma construção argumentativa rica, com vários recursos, por parte da posição protagonista, entretanto, expressando concepções de ciência fortemente alinhadas a uma visão positivista, marcada pela crença na objetividade absoluta do conhecimento científico, na linearidade cumulativa das teorias e na independência entre fenômeno e observador. Tal perspectiva emerge quando os alunos atribuem a Becquerel o papel de “descobridor” da radioatividade por ter supostamente observado um “fato bruto” pré-existente, independente da mediação teórica construída socialmente. Essa compreensão sugere uma visão de ciência descontextualizada, neutra e essencialmente experimental, a qual é repassada implícita ou

explicitamente aos alunos nas aulas de ciências da natureza, o que contrasta com pressupostos contemporâneos, que compreendem o conhecimento científico como produto histórico, provisório e socialmente situado (Kuhn, 2020).

Essa perspectiva positivista manifesta-se no modo como os estudantes hierarquizam os papéis de Becquerel e Marie Curie. Enquanto Becquerel é reconhecido pelo contato inicial com o fenômeno, as contribuições de Marie Curie são concebidas como simples continuidade na pesquisa, e não como reformulação conceitual e heurística. Sob uma ótica kuhniana, contudo, Becquerel não encontrou um “fato” isolado, mas uma anomalia que foi interpretada a partir do paradigma da fluorescência; já Marie realizou um movimento de assimilação conceitual que redefiniu ontologicamente o fenômeno, propondo que a emissão radioativa era intrínseca à estrutura da matéria, o que caracteriza uma mudança de matriz disciplinar. O apagamento desse caráter revolucionário nas falas dos estudantes indica dificuldades em compreender o papel das teorias na constituição dos fenômenos e a interdependência entre prática científica e seus contextos interpretativos.

Além das implicações epistemológicas, essa visão positivista também reforça um viés de gênero historicamente presente nas narrativas científicas, nas quais a figura do cientista é construída majoritariamente como masculina. Ao posicionarem Marie Curie como coadjuvante pós-facto, os alunos reproduzem representações sociais sedimentadas nos livros didáticos e discursos hegemônicos da ciência, invisibilizando dimensões políticas e culturais da produção do conhecimento.

A releitura do modelo de Toulmin proposta por Gonçalves-Segundo possibilitou analisar não apenas a estrutura lógica, mas também os modos discursivos de produção dos argumentos, evidenciando a mobilização de diferentes estratégias, como macroestruturas, esquemas analógicos e refutações, para a legitimação de posições. Nessa perspectiva, o modelo articula dimensões epistêmicas e discursivas, permitindo compreender a construção da adesão argumentativa dos enunciados.

Ao reconhecer a argumentação como prática social e retórica, ancorada no *logos*, no *ethos* e no *pathos*, a análise revelou que, nas discussões sobre a descoberta da

radioatividade, a defesa de Becquerel recorreu tanto a inferências lógicas quanto a apelos morais e à construção de autoridade discursiva. Esses resultados indicam que tais debates favorecem não apenas a mobilização de conteúdos científicos, mas também a elaboração de concepções mais complexas sobre a natureza da ciência, ao evidenciar seu caráter social, histórico e retórico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao adotar o modelo multidisciplinar proposto por Gonçalves-Segundo (2020), que revisita e amplia a proposta original de Toulmin, é possível ir além da simples identificação dos componentes estruturais do argumento (como dados, garantia, conclusão, respaldo, qualificador e refutação). Essa releitura amplia o olhar analítico ao incorporar dimensões discursivas, enunciativas e retóricas, possibilitando uma compreensão mais rica do processo argumentativo. Este modelo considera não apenas a organização lógica do argumento, mas também as estratégias comunicativas, os recursos linguísticos e os aspectos sociais e emocionais que permeiam a argumentação.

Nesse sentido, a análise empreendida permite visualizar com mais clareza como o argumento é construído, sustentado e negociado socialmente. Por meio dessa abordagem, foi possível observar que os estudantes não apenas mobilizam conhecimentos científicos, mas também recorrem a elementos de ordem valorativa, ética e emocional, o que evidencia o caráter dialógico e retórico da argumentação em contextos educacionais. Assim, a argumentação deixa de ser vista apenas como uma operação lógica e passa a ser compreendida como uma prática social e discursiva, fortemente situada e dependente do contexto de interação.

REFERÊNCIAS

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

DUSCHL, R. Quality Argumentation and Epistemic Criteria. *In*: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Org.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 159-178.

EEMEREN, F. H. van; GROOTENDORST, R. Development in argumentation theory. *In*: COIRIER, P.; ANDRIESSEN, J. **Foundations of argumentative text processing**. Amsterdam: Amsterdam University Press, 1999. p. 9-26.

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, 2004.

FORATO, T. C. M.; DE ANDRADE MARTINS, R.; PIETROCOLA, M. History and nature of science in high school: Building up parameters to guide educational materials and strategies. **Science & Education**, v. 21, p. 657-682, 2012.

GIL-PÉREZ, D.; MACEDO, B.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P.; VILCHES, A. (Orgs.). **¿Cómo promover el interés por la cultura científica?** Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: OREALC/UNESCO, 2005.

GONÇALVES-SEGUNDO, P. R. A configuração funcional da argumentação epistêmica: uma releitura do layout de Toulmin em perspectiva multidisciplinar. **Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso**, v. 15, p. 236-266, 2020a.

GONÇALVES-SEGUNDO, P. R. O modelo multidimensional de análise argumentativa: uma introdução. **Alfa: Revista de Linguística**, São José do Rio Preto, v. 64, p. e11666, 2020b.

GUIMARÃES, L. P.; DE MOURA, C. B. A natureza da ciência na BNCC do Ensino Fundamental: Que ciência estamos ensinando? *In*: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. EDM5112 - Conceitos, Práticas e Reflexões para a Investigação de Processos Argumentativos em Sala de Aula de Ciências Docentes: Anna Maria Pessoa de Carvalho e Lúcia Helena Sasseron. **Genetics**, v. 84, p. 757-792, 2000.

KUHN, D. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. **Science education**, v. 77, n. 3, p. 319-337, 1993.

- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Editora Perspectiva SA, 2020.
- LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C (org.). **Argumentação na escola: o conhecimento em construção**. Campinas: Pontes, 2011.
- MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 12, n. 3, p.164-214, 1995.
- MARQUES, A. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educação e Pesquisa**, v. 44, e170831, 2018.
- MILLAR, R.; OSBORNE, J. **Beyond 2000: Science education for the future - The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation**. London: King's College London, School of Education, 1998.
- MORTIMER, E. F. Microgenetic analysis and the dynamic of explanations in science classroom. **Proceedings of the III Conference for Sociocultural Research**. 2000.
- OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in school science. **Journal of research in science teaching**, v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004.
- POZO, J. I.; CRESPO, M.A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 18-20.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- 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, p. 49-67, 2015.
- SASSERON, L.; BRICCIA, V.; DE CARVALHO, A. M. P. Aspectos da natureza das Ciências em sala de aula: exemplos do uso de textos científicos em prol do processo de Alfabetização Científica dos estudantes. *In*: SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. B. (org.) **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 2013. p. 265-276.
- SADLER, T. D.; DONNELLY, L. A. Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006.
- 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**, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

ROCHA, J. A. **A compreensão da natureza da ciência a partir do estudo de radioatividade**: contribuição de uma sequência de ensino-aprendizagem. 2018. 318 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002.

Data de recebimento: 11/02/2026

Data de aprovação: 20/03/2026

Direitos autorais distribuídos a partir da licença Creative Commons (CC BY-NC-SA -4.0)

