



Interações Discursivas, Práticas Epistêmicas e o Ensino de Relatividade Restrita

Jefferson Adriano Neves  • Alice Helena Campos Pierson 

Resumo

Nesta pesquisa, analisamos as interações discursivas que emergem em sala de aula durante o desenvolvimento de uma sequência de ensino sobre os conceitos de espaço e tempo, no âmbito da Teoria da Relatividade Restrita (TRR). Também identificamos práticas epistêmicas mobilizadas pelos estudantes e o papel do professor nesse processo. A sequência, planejada para o contexto da pesquisa, foi realizada com estudantes do primeiro período do curso de Licenciatura em Física. As atividades foram gravadas em áudio e vídeo, resultando em sete episódios de ensino, transcritos e analisados por meio dos Processos Argumentativos e das Práticas e Movimentos Epistêmicos. A partir da análise, identificamos o envolvimento dos estudantes em nove práticas epistêmicas. Esse processo teve alto grau de inferência e o contexto foi essencial na distinção entre as práticas. Outro elemento fundamental na realização da sequência foi o papel do professor, considerando as diferentes dinâmicas de suas ações, como decorrência da situação-problema desenvolvida e dos objetivos pedagógicos.

Palavras-chave ARGUMENTAÇÃO • FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA • ARGUMENTO • TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA • ENSINO SUPERIOR

Discursive Interactions, Practices and the Teaching of Special Relativity

Abstract

In this research, we analyzed the discursive interactions that emerge in the classroom during the design of a teaching sequence on the concepts of space and time, within the scope of the Einstein's Theory of Special Relativity (TSR). We also identified the engagement in epistemic practices by students and the teacher's role in this process. For this, we planned the sequence of activities developed with students in the first semester of an physics teacher education course. The activities were recorded in audio and video, divided into seven teaching episodes, then transcribed and analyzed using Argumentative Processes and Epistemic Practices and Movements. From the analysis, we identified the students' engagement in nine epistemic practices. This process involved a high degree of inference, so that the context was crucial to distinguish between practices. Another key element of the whole process was the teacher, as their actions throughout the episodes were modified according to the intended problem-situation or in order to meet the pedagogical objectives.

Keywords ARGUMENTATION • MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS • ARGUMENT • THEORY OF SPECIAL RELATIVITY • HIGHER EDUCATION

Introdução

Nossa pesquisa foi desenvolvida em aulas que abordavam os conceitos de espaço e tempo conforme a Teoria da Relatividade Restrita (TRR). Tendo como pressupostos teóricos os estudos que investigam e fundamentam as práticas epistêmicas, os movimentos epistêmicos e as interações discursivas, em situações de ensino, buscou-se apresentar possíveis respostas aos seguintes problemas de pesquisas: *Aulas de introdução à Teoria da Relatividade Restrita planejadas para fomentar interações discursivas favorecem o desenvolvimento de quais práticas epistêmicas? Quais ações discursivas e epistêmicas do professor favorecem ou não o desenvolvimento de tais práticas?*

Portanto, a pesquisa tem como objetivo analisar e compreender as interações discursivas, por meio do processo argumentativo, que emergem em sala de aula durante a realização de uma sequência de ensino sobre os conceitos de espaço e tempo de acordo com a Teoria da Relatividade Restrita, e identificar as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos estudantes e o papel do professor nesse processo.

Admitindo que na Educação Científica para o século XXI, é imprescindível que os estudantes compreendam a Ciência como uma construção humana e socialmente localizada, na qual um grupo de pessoas que compõem a comunidade científica constrói valores e negociam significados (Sandoval, 2005; Kelly, 2008; Kelly & Duschl, 2002; Silva, 2011). O conhecimento científico não é formado por opiniões, mas por significados negociados e construídos no interior da comunidade, que o sustentam por meio de modelos em que evidências, afirmações e raciocínios são compreendidos e analisados. No ensino de ciências, como na comunidade científica, espera-se que os estudantes compreendam a atividade científica como uma prática social, ou seja, composta por práticas epistêmicas e práticas científicas (Kelly, 2008; Sasseron, 2018).

Como defendido por alguns autores, aprender ciências consiste, justamente, em aprender práticas (Jiménez-Aleixandre & Crujeiras, 2017; Sasseron, 2018). Em sala de aula, essas práticas podem ser compreendidas como ações cognitivas, atitudinais e discursivas, em que os estudantes estão envolvidos na produção, comunicação e avaliação do conhecimento (Araújo, 2008; Kelly, 2008; Sasseron, 2018) e na compreensão da natureza da ciência (Sandoval, 2005; Araújo, 2008; Silva, 2008; Silva, 2011; Silva, 2015).

Pautado no estudo de Sandoval (2005), Araújo (2008) afirma que pesquisar as interações discursivas em sala de aula é uma possibilidade para compreender as práticas epistêmicas mobilizadas em situação de investigação escolar, ou seja, um processo de fazer e/ou resolver questões, que resultam em solucionar comunicar e avaliar os resultados. Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015), destacam que as práticas epistêmicas estão diretamente relacionadas à argumentação, pois é por meio dela que os estudantes justificam e avaliam os conhecimentos construídos em sala de aula. Estudos como os de Silva (2015) e Silva (2011), entre outros, considerando a dinâmica da sala de aula, destacam a importância de os estudantes negociarem entre si a fim de produzirem e interpretarem dados e refletirem, coletivamente, sobre a legitimidade do conhecimento construído, se envolvendo em práticas epistêmicas.

Práticas Epistêmicas, Interações Discursivas e o Ensino de Ciências

Preocupado em compreender a construção do conhecimento em uma comunidade específica — como é o caso da comunidade científica — Kelly (2008) apresenta que o conhecimento é construído e justificado por meio de práticas sociais, que consistem em ações padronizadas e realizadas por membros de uma comunidade que possuem expectativas, valores, ferramentas e significados culturais compartilhados.

As práticas sociais, assim como os valores comunitários, se tornam essenciais para definir o que conta ou não como conhecimento científico (Kelly, 2008; Silva, 2011), visto que:

as práticas sociais das comunidades epistêmicas em campos científicos governam e orientam as pesquisas, controlam as publicações, definem a socialização com os pares e constroem a formação de conhecimentos através de pesquisas colaborativas (Kelly, 2008, p. 101, nossa tradução).

Quando essas ações se referem ao conhecimento, pode-se rotulá-las como práticas epistêmicas (Kelly, 2008; Silva, 2011). Kelly (2008, p. 99, nossa tradução) as define como “formas específicas de membros de uma comunidade proporem, justificarem, avaliarem e legitimarem as afirmações de conhecimento no quadro disciplinar”.

Kelly e Licona (2018, p. 140, nossa tradução) destacam, ainda, que as práticas epistêmicas são:

interacionais (construídas entre as pessoas), contextuais (situadas em práticas sociais e normas culturais), intertextuais (comunicadas através de uma história de discursos coerentes, sinais e símbolos) e consequentes (o conhecimento legitimado instancia o poder e a cultura).

A construção de conhecimento na comunidade científica se difere da construção do conhecimento na educação, quanto ao objetivo principal. Na comunidade científica, busca-se a produção de novos conhecimentos e na educação o foco está em comunicar e compartilhar modos de pensar (Kelly & Licona, 2018). No espaço escolar, espera-se que os estudantes sejam iniciados em práticas culturais científicas (Silva, 2015) e epistêmicas já estabelecidas, por meio da linguagem, ao interagir com membros já familiarizados com tais práticas.

Compreender a construção do conhecimento na comunidade científica nos possibilita pensar, planejar e realizar ações na comunidade escolar, visto que o desafio para o Ensino de Ciências é proporcionar uma Alfabetização Científica (AC) aos estudantes. Reconhecendo a dificuldade em definir o conceito de AC na literatura, adotamos algumas considerações realizadas por Sasseron e Carvalho (2008; 2011a) e Sasseron (2015) que a apresentam como um processo que favorece a promoção de uma cultura científica e tecnológica. Em sala de aula, a AC é um processo que está em constante desenvolvimento e o foco não é apenas o ensino de conceitos e métodos das ciências, mas em suas implicações e relações com a sociedade, o meio ambiente e a tecnologia e a compreensão sobre o processo de construção do conhecimento científico.

Nessa perspectiva, não podemos pensar as ações educacionais apenas pautadas no ensino de conteúdos, como aconteceu em boa parte do século passado (Sasseron, 2018). É necessário pensá-las por meio de práticas epistêmicas nas quais os estudantes se envolvam na produção, comunicação e avaliação do conhecimento, possibilitando que eles aprendam conceitos, leis e teorias das ciências, e algumas práticas e normas realizadas no interior da comunidade científica (Sandoval, 2005; Kelly, 2008; Silva, 2011), por meio de interações discursivas, realizando afirmações e avaliações para sustentar o conhecimento em construção (Sandoval, 2005; Sasseron, 2018a).

A sala de aula é um espaço em que acontecem várias interações de diversas naturezas, que estão relacionadas às ações entre os envolvidos, e por diferentes meios, dos quais podemos destacar as interações discursivas e as interações entre os conhecimentos (Sasseron, 2018a). Acerca das interações discursivas, Sasseron apresenta que:

são modos pelos quais professor e estudantes relacionam-se em sala de aula e com os materiais e conhecimentos que ali estão à disposição e são construídos e que estas interações se associam ao desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas em sala de aula (Sasseron, 2018a, p. 52).

É por meio das interações que se constitui uma comunidade de práticas. Analisar e acompanhar as interações discursivas em sala de aula é uma maneira de compreender desde a construção à negociação de ideias, conceitos, leis e teorias ao solucionar uma situação-problema, possibilitando, dessa forma, identificar as práticas epistêmicas desenvolvidas ou em desenvolvimento (Sasseron, 2018a).

Maloney e Simon (2006) apontam que as interações discursivas podem ocorrer de diferentes formas em sala de aula, das quais destacam a exploratória e cumulativa. Na primeira, os envolvidos colaborativamente atuam de forma crítica acerca das ideias apresentadas e as falas solicitadas e oferecidas podem ser desafiadas, sendo que os desafios estão em sustentar ou refutar tais interações discursivas. Na segunda, por sua vez, as falas não são colaborativas e buscam gerar um ponto final, visto que os estudantes não se baseiam em ideias apresentadas e muitas vezes mantêm ideias originais únicas e acríicas do grupo. Em nossa pesquisa, buscamos construir um ambiente em que os envolvidos realizavam interações discursivas de forma exploratória.

Em todo processo educacional o professor é fundamental, e não seria diferente no estabelecimento de uma comunidade de práticas em sala de aula. Nesse espaço, o professor é a autoridade social e a autoridade epistêmica. Como autoridade social, é o responsável por propor e gerenciar as interações que acontecem em sala de aula e; como autoridade epistêmica é quem domina a epistemologia do campo e os conceitos a serem estudados (Sasseron, 2018a).

Encorajar os estudantes a apresentar suas explicações, sem contestá-las ou compará-las com outras explicações, não favorece a construção do conhecimento, pois eles não participam de interações discursivas nem de práticas epistêmicas (Berland, 2008) — considerando que essas práticas são promovidas pelas interações (Sasseron & Duschl, 2016). Nesse contexto, o professor tem o papel de engajar os estudantes em processos de comunicação, debate e questionamento.

Duschl (2008), pautado em estudos sobre a ciência da aprendizagem e da educação científica, defende que a educação científica se dê em torno dos objetivos conceituais, epistêmicos e de processos sociais, afastando-o da aprendizagem apenas conceitual. Kelly e Licona (2018) apontam que esses objetivos estão interligados e possibilitam a construção de uma visão de ciência pautada em evidências e em práticas socioculturais, nas quais os estudantes participam por meio de interações discursivas.

Compreender as características das interações discursivas em sala de aula é fundamental, pois espera-se que nesse espaço se constitua uma comunidade em que os estudantes produzam, comuniquem, avaliem e legitimem o conhecimento. Berland (2008) entende as interações discursivas como “diálogo epistêmico” quando associadas à resolução de problema, envolvendo explicações e/ou argumentações, relacionadas ao conhecimento e a conceitos e não apenas à simples solução de problema.

A autora defende que o “diálogo epistêmico”, alinhado à cultura científica, inclua a construção de consenso e revisão por pares como pontos centrais para a cultura científica escolar. Assim, o “diálogo epistêmico” é aquele que emerge em uma comunidade na qual se faz uso de práticas argumentativas para definir o que conta ou não como conhecimento, utilizando-se de diversas práticas epistêmicas (Berland, 2008; Christodoulou & Osborne, 2014).

A argumentação é uma prática fundamental para as comunidades científica e escolar e, como tal, ela é uma prática epistêmica. Por meio dos processos argumentativos podemos compreender as interações discursivas entre os estudantes, o professor e os materiais instrucionais (Sasseron, 2018a) e as práticas epistêmicas desenvolvidas.

Destacamos que na sala de aula acontecem múltiplas interações, entre as quais estamos interessados nas interações discursivas. Portanto, fomentar o desenvolvimento de interações e de processos argumentativos possibilita o desenvolvimento de práticas epistêmicas, visto que é por meio das interações que os estudantes podem participar das ações em sala de aula e se envolver no fazer ciências.

Na próxima seção, teceremos considerações sobre o que compreendemos por argumentação e argumento, detalhando sua importância para a compreensão das práticas epistêmicas.

Argumentação e Educação Científica

Nas últimas duas décadas observa-se um movimento no campo da Educação Científica que defende a argumentação como fundamental para a aprendizagem da Ciência, tanto como conhecimento quanto como prática (Berland & McNeill, 2012; Christodoulou & Osborne, 2014; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007, entre outros). Estudiosos que investigam situações de ensino, como Sasseron (2018a) e Silva (2015), defendem a argumentação como prática epistêmica que favorecem o processo de Alfabetização Científica (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Sasseron & Carvalho, 2011; Sasseron, 2015).

De acordo com Berland (2008), há duas vertentes de discussões sobre a argumentação no contexto educacional. Na primeira, ela está associada ao entendimento das ideias científicas, possibilitando aos estudantes internalizar os conceitos. Na segunda, trata-se da natureza argumentativa, visto que os estudantes podem utilizá-la para interagir em sala de aula na produção, comunicação e avaliação do conhecimento escolar.

Leitão (2011), por sua vez, destaca que a relação entre a argumentação e o processo de construção do conhecimento vem ocorrendo em dois caminhos. No primeiro, ela surge como interação discursiva que possibilita aos estudantes compreender temas, ideias, conceitos e teorias, “argumentar para aprender”. No segundo, ela passa a ser vista como uma competência que será construída por meio de práticas específicas, “aprender a argumentar”.

As considerações acerca da argumentação nas pesquisas em contextos educacionais e no processo de construção do conhecimento se aproximam. Em nosso trabalho, não delimitamos uma vertente, pois buscamos desenvolver um ambiente em que interações discursivas possam emergir e nele os estudantes possam “argumentar para aprender” e “aprender para argumentar” como uma prática epistêmica. Ou seja, é por meio dos processos argumentativos que os estudantes compreendem ideias, conceitos e teorias, argumentam para aprender e, por meio do processo argumentativo eles se envolvem em práticas epistêmicas.

Vieira e Nascimento (2013) apresentam a argumentação com uma orientação discursiva que se diferencia das orientações: explicativa, narrativa, descritiva, dialogal e injuntiva. Por orientação discursiva compreende-se uma prática discursiva que acontece em sala de aula. Como prática discursiva, a argumentação é um processo tanto social (extra-discursiva) quanto individual (intra-discursiva) (Lima-Tavares, 2009). Social, na medida em que se pretende persuadir outros indivíduos sobre uma determinada opinião. E individual, na medida em que se avalia internamente os prós e contras sobre seu ponto de vista (Leitão, 2011; Lima-Tavares, 2009; Vieira, 2011; Vieira & Nascimento, 2013).

Essa visão não é consensual na literatura, Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007) destacam que há autores que defendem a argumentação como estritamente social e outros como um processo individual. Concordamos com os autores, ao destacarem que o argumento se refere ao produto ou parte do discurso fundamentado, e a argumentação ao processo argumentativo. Vieira (2011) e Vieira e Nascimento (2013) apresentam o argumento como um processo de justificar uma opinião, que busca ser aceita coletivamente (socialmente) ou individualmente (no pensamento).

A argumentação não se constitui apenas em uma ação discursiva, mas também em uma forma de pensamento (Driver et al., 2000). Na comunidade científica, a argumentação tem um importante papel, pois é por meio dela que os cientistas fazem alegações, desafiam teorias abertas e questionam os resultados de seus pares. É por meio do argumento que tornam públicos seus resultados em conferências e revistas e é esse processo de verificação e críticas que mantém a qualidade das ciências (Driver et al., 2000).

Promover a argumentação em sala de aula permite quebrar a visão positivista das disciplinas científicas, em que são buscadas apenas as respostas corretas e os dados sempre nos levam às conclusões esperadas (Driver et al., 2000), para uma visão da ciência como um processo de construção social, em que os indivíduos legitimam, avaliam, comunicam, discutem e produzem o conhecimento (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Kelly, 2008).

Nascimento e Villani (2003) apresentam a argumentação em sala de aula de ciências como uma interação discursiva, social, intelectual e de comunicação verbal e não verbal utilizada para justificar ou refutar uma opinião sobre um assunto de ciências. Por meio dela, os estudantes justificam e avaliam os conhecimentos inseridos em um contexto escolar. Leitão (2011), por sua vez, destaca que engajar os estudantes em processos argumentativos, nos quais fundamentam suas opiniões, consideram e respondem a contra-argumentos, confere-lhes uma dimensão epistêmica e os privilegia em situações de ensino e aprendizagem. Aprender ciências está relacionado a aprender a argumentar sobre ciências no interior de uma comunidade escolar (Carvalho & Sasseron, 2015).

No processo argumentativo, os estudantes podem apresentar suas opiniões fundamentadas em justificativas que serão julgadas pelos colegas, que concordam ou não com ela. Nesse cenário de persuasão, estarão em lados opostos quem propõe e quem se opõe, sendo que o primeiro deve justificar suas afirmativas, analisar e responder aos contra-argumentos (seja reafirmando, seja modificando suas opiniões); e o segundo deve questionar as opiniões (Leitão, 2011). O sucesso no processo argumentativo está relacionado à possibilidade de os envolvidos compartilharem do mesmo conhecimento, e caso exista uma grande diferença entre eles, o processo ficará prejudicado (Leitão, 2011; Vieira & Nascimento, 2013).

Baseado nos estudos que sustentam esta pesquisa, na próxima seção apresentaremos as ferramentas para análise das interações discursivas, por meio do processo argumentativo, e dos aspectos epistêmicos, práticas e movimentos epistêmicos.

Ferramentas para análise das interações discursivas em sala de aula

Processo Argumentativo

Berland e McNeill (2010) e Valle (2014) defendem que as interações discursivas podem ser analisadas de acordo com o processo argumentativo e como produto argumentativo. O produto argumentativo está relacionado à estrutura do argumento, que pode ser analisado, por exemplo, pelo Padrão Argumentativo de Toulmin (2006). E, o processo argumentativo acontece por meio de interações sociais, cuja argumentação, os indivíduos participam (Berland & McNeill, 2010; Valle, 2014).

Maloney e Simon (2006) apontam que o processo argumentativo é dialógico e está relacionado à comunicação e à avaliação do conhecimento e pode ser praticado em sala de aula com os estudantes intelectualmente envolvidos na resolução de problemas, fazendo uso de afirmações e ideias apresentadas pelos colegas.

Em outras palavras, o produto argumentativo está relacionado ao argumento e sua estrutura, já o processo argumentativo está associado à argumentação.

Com a análise do processo argumentativo, busca-se compreender os movimentos discursivos empregados pelos interlocutores (estudantes e professor) durante a construção do conhecimento. Diversos estudos apresentam propostas para identificar essas ações em sala de aula, como, por exemplo, Erduran et al. (2004), Berland e Reiser (2008), Berland (2008), Berland e McNeill (2010), Valle (2014) e Christodoulou e Osborne (2014).

Com o objetivo de compreender os processos argumentativos, utilizamos as funções argumentativas, que consistem em contribuições argumentativas dos discursos em sala de aula para argumentação e que representam a cultura da investigação científica (Berland & McNeill, 2010). Ao salientar a importância das funções, Berland e McNeill (2010) e Berland e Reiser (2008) destacam quatro funções dos enunciados no processo argumentativo em que estudantes e professores: (a) declaram e defendem afirmações; (b) questionam as afirmações e defesas uns dos outros; (c) avaliam as afirmações e defesas uns dos outros; e, (d) revisam suas próprias afirmações e as dos outros.

As funções argumentativas, conforme Berland (2008), têm como ponto de partida o Padrão Argumentativo de Toulmin (2006) — embora o autor faça algumas ressalvas a esse modelo, visto que ele não permite identificar discussões argumentativas — e o estudo de Simon et al. (2006), que aborda as ações para fomentar a argumentação em sala de aula. As Funções Argumentativas, presentes na Figura 1, consistem em 7 ações que foram identificadas nas interações discursivas.

Figura 1. Quadro com a ferramenta para análise das Funções Argumentativas e sua descrição

Função Argumentativa (FA)	Descrição
Afirmando (F01)	Os envolvidos (o(a) estudante ou professor(a)) contribuem com uma ideia que é abordada, discutida, questionada, revisada etc. Ou casos em que há várias respostas para uma única pergunta.
Justificando (F02)	Os indivíduos apoiam afirmações que contribuem ou explicam porque a afirmação de outro está incorreta/precisa de revisão. Perguntas e avaliações podem ser justificadas com: dados, conhecimento de fundo, princípios científicos, analogia, lógica, inferência ou não cientificamente.
Questionando (F03)	Os indivíduos levantam questões que levam os outros a avaliar, revisar, justificar ou estender suas ideias.

Fonte: Berland (2008, nossa tradução).

Figura 1. Quadro com a ferramenta para análise das Funções Argumentativas e sua descrição (continuação)

Função Argumentativa (FA)	Descrição
Avaliando (F04)	Declarações explícitas que avaliam a qualidade ou a precisão da resposta de um indivíduo.
Dados (F05)	Descrições, exemplos ou situações apresentadas sem serem aplicadas ou utilizadas para responder a uma pergunta ou justificar uma afirmação.
Critério (F06)	Discussões epistemológicas sobre o processo de argumentação e os critérios de avaliação dos argumentos.
Autor de crédito (F07)	Nomeação do autor original de uma afirmação.
Não-argumentativo (F08)	Falas que ocorrem quando, por exemplo, o professor está buscando dar sentido à aula (instruções, gerenciamento da sala de aula, pedindo participação dos estudantes, correções como ortografia e pronúncia, perguntas e respostas que não são retomadas e discussões fora da situação-problema ou do tópico)

Fonte: Berland (2008, nossa tradução).

As funções afirmando e justificando têm como origem o Padrão Argumentativo de Toulmin (2006), em que se pretende diferenciar uma afirmação e sua justificativa (Berland & Reiser, 2008; Berland, 2008). As funções questionando, avaliando, dados, critério foram, segundo Berland (2008), adequações do estudo de Simon et al. (2006).

A identificação das funções argumentativas está associada a como as interações discursivas são recebidas pelo outro interlocutor. Por exemplo, um “Ah...” pode ser compreendido como avaliação de uma afirmação, desde que os enunciados sucedidos ou pistas de contextualização denotem tal situação. Portanto, toda análise do processo argumentativo deve ser realizada dentro do contexto, sempre verificando aquilo que antecede e/ou sucede cada fala (Berland, 2008).

Com as funções argumentativas pretendemos observar como os estudantes e os professores participaram das interações discursivas ao solucionar as situações-problema, além de permitir identificar situações argumentativas, nas quais os envolvidos utilizam uma argumentação científica para apresentar e defender suas afirmações, justificativas e responder às considerações dos demais envolvidos (Berland, 2008).

Aspectos Epistêmicos no Ensino de Física Moderna e Contemporânea

As práticas epistêmicas estão relacionadas às áreas do conhecimento e, com a Física Moderna e Contemporânea (FMC), não é diferente. A maioria das pesquisas que buscam identificá-las em situação de ensino estão relacionadas às atividades experimentais (Araújo, 2008; Nascimento, 2015), às ações dos professores (Silva, 2008) e ao ensino por investigação (Ratz, 2015; Silva, 2011; Silva, 2015). Nesses estudos, o instrumento de análise é, com frequência, associado a práticas epistêmicas relacionadas ao trabalho no laboratório.

Reconhecendo as diferenças epistemológicas da Teoria da Relatividade Restrita e seus conceitos, com outros abordados na Física Clássica, especialmente a Mecânica (Kuhn, 2007; Paty, 2009), Neves e Pierson (2020) adequaram o instrumento proposto por Jiménez-Aleixandre et al. (2008 citado em Silva, 2015) para investigar situações de ensino relacionadas à Física Moderna e Contemporânea.

Para a proposição do instrumento (Figura 2), Neves (2020) e Neves e Pierson (2020) consideram os seguintes pontos: (a) no espaço da Teoria da Relatividade Restrita a compreensão dos resultados experimentais e dos dados está relacionada à compreensão da teoria; (b) o processo de ensino, que propomos por meio da sequência de ensino, está associado às interações discursivas para propor, sustentar e avaliar afirmações, ou seja, é por meio das interações discursivas que os estudantes se engajam no processo de produção, comunicação e avaliação do conhecimento e apresentam “como sabe e o que se sabe”.

Figura 2. Quadro com as Instâncias sociais e Práticas epistêmicas relacionadas à Física Moderna e Contemporânea

Instâncias Sociais	Práticas Epistêmicas Gerais	Práticas Epistêmicas específicas (PE)
Produção de Sentido (Compreensão Apropriação)	Articular os próprios saberes;	Utilizar ideias, conceitos para construir novas compreensões - (PS01) Construir significados - (PS02)
	Dar sentido às situações propostas;	Dar sentido às situações propostas - (PS03)
Comunicação	Socializar interpretações;	Explicitar o próprio saber - (C01) Apresentar suas próprias ideias e/ou seu processo de produção - (C02) Negociar explicações - (C03) Utilizar exemplos, analogias e metáforas - (C04)
Avaliação	Coordenar modelo teórico e situações propostas;	Distinguir evidências de previsão teóricas - (A01) Utilizar novas situações para avaliar compreensão do modelo teórico - (A02) Avaliar novas situações utilizando o modelo teórico - (A03) Justificar suas próprias conclusões - (A04)
	Contrastar as conclusões (próprias ou de outros) com evidências, analisando a plausibilidade do modelo teórico.	Criticar de forma fundamentadas conclusões de outros - (A05) Utilizar o modelo para identificar situações plausíveis ou não - (A06)

Fonte: Neves (2020).

Mesmo que os instrumentos tenham naturezas epistemológicas distintas, quando comparamos às instâncias sociais do estudo de Jiménez-Aleixandre et al. (2008 citado em Silva, 2015), a única alteração está relacionada à instância de “produção”, que foi ampliada para “produção de sentido”. Pois, com a Teoria da Relatividade Restrita, assim como com outras temáticas da Física Moderna e Contemporânea, espera-se que os estudantes se envolvam na produção de sentidos para compreender e se apropriar de modelos explicativos. Ainda sobre as instâncias sociais, Silva (2015) aponta que a separação entre elas nem sempre possui demarcações muito claras.

O instrumento é composto por 13 práticas epistêmicas específicas e 5 práticas epistêmicas gerais, distribuídas ao longo das instâncias sociais de produção de sentido, comunicação e avaliação de conhecimento. Em nosso estudo não temos como objetivo identificar todas as práticas epistêmicas presentes no instrumento, uma vez que o contexto educacional e a estrutura da atividade podem influenciar nas interações discursivas e nas práticas epistêmicas.

O professor é fundamental no processo de ensino e aprendizagem e não poderia ser diferente no desenvolvimento de um ambiente argumentativo e de práticas epistêmicas. As ações do professor ao conduzir os estudantes na construção dessas práticas, denominadas de Movimentos Epistêmicos, consistem em ações discursivas visando engajar os estudantes em práticas epistêmicas (Silva, 2015). Tais movimentos podem estar relacionados a mais de uma prática epistêmica (Valle, 2014). Na Figura 3, apresentamos a relação de movimentos epistêmicos com os quais buscamos identificar as ações realizadas pelo professor ao envolver os estudantes em práticas epistêmicas (Silva 2015).

Figura 3. *Movimentos Epistêmicos empregados pelo(a) professor(a) no espaço da sala de aula*

Movimentos Epistêmicos (ME)	Descrição
Elaboração (M01)	Ações do professor no sentido de possibilitar aos estudantes, em geral através de questionamentos, construírem um olhar inicial sobre o fenômeno.
Reelaboração (M02)	Ações do professor no sentido de instigar os estudantes, por questionamentos ou breves afirmações, a observarem aspectos desconsiderados inicialmente, ou a trazerem à tona novas ideias, favorecendo uma modificação ou problematização do pensamento inicial.
Instrução (M03)	Ocorre quando o professor apresenta novas informações para os estudantes.
Confirmação (M04)	Ocorre quando o professor concorda com as ideias dos estudantes e/ou permite que eles executem determinados procedimentos planejados.
Correção (M05)	Ocorre quando o professor corrige explicitamente as afirmações e procedimentos dos estudantes.
Síntese (M06)	Ocorre quando o professor explicita as principais ideias alcançadas pelos estudantes.
Compreensão (M07)	Ocorre quando o professor busca compreender através de questionamentos e breves afirmações determinados procedimentos e ideias desenvolvidos pelos estudantes.

Fonte: Silva (2015).

A pesquisa

Acerca da sequência de ensino

Tendo como fundamentação os estudos no campo da educação científica sobre argumentação e práticas epistêmicas em sala de aula, desenvolvemos uma sequência de ensino pautada em três princípios, conforme a Pesquisa Baseada em Design (Kneubil & Pietrocola, 2017), que estruturaram a produção da atividade e sua realização em sala de aula.

Os princípios de design foram: (a) o *Princípio Epistemológico* – abordar o contexto histórico e epistemológico no qual a Física Moderna foi construída, dando ênfase à sua ruptura com a Física Clássica, pautado pelos estudos de Kuhn (2007) e Paty (2009); (b) o *Princípio Didático* – constituir uma comunidade epistêmica na sala de aula para reinterpretar os conceitos de espaço e tempo, fazendo uso de interações discursivas e práticas epistêmicas, pautado pelos estudos de Jiménez-Aleixandre (2007) e Duschl (2008); e, (c) o *Princípio Sociocultural* – visto que o processo de construção do conhecimento ocorre por meio da argumentação com o estabelecimento da comunidade epistêmica, nas quais seus membros constroem, negociam, legitimam e avaliam o conhecimento, pautado pelos estudos de Kelly (2008), Silva (2008) e Silva (2011).

A sequência de ensino aborda os conceitos de espaço e tempo de acordo com a Teoria da Relatividade Restrita. Na sua elaboração, assumimos que a maioria dos estudantes (ingressantes no curso de Licenciatura em Física) compreendem tais conceitos de acordo com a Física Clássica, isto é, a velocidade relativa sendo dada por meio da adição de Galileu e os conceitos de espaço e tempo como sendo absolutos.

As atividades que compõem a sequência foram construídas tendo como base os princípios de design mencionados e a adaptação das “Teorias Concorrentes” para o contexto da pesquisa. As “Teorias Concorrentes”, segundo Erduran (2006), consistem em estratégias didáticas para fomentar a argumentação em sala de aula. Essa estratégia reside em apresentar para os estudantes duas ou mais explicações e um conjunto de evidências, sobre um determinado fenômeno ou situação-problema, que serão utilizadas para justificar a teoria escolhida, possibilitando aos estudantes relacionarem evidência à afirmação por meio de um raciocínio, podendo, ainda, envolver-se em movimentos de persuasão, nos quais interagem para avaliar o melhor argumento.

Assim, as “Teorias Concorrentes” podem ser utilizadas para situações que, no mesmo momento, explicam um determinado fenômeno ou que competem para apresentar a melhor explicação. Uma possibilidade de trabalhá-las em propostas didáticas seria por meio das noções paradigmáticas distintas (Kuhn, 2007). Em nossa pesquisa, elas são utilizadas com o objetivo de apresentar um candidato à teoria vigente, no caso a Mecânica Clássica.

Em nossa proposta, a estratégia das “Teorias Concorrentes” foi utilizada propondo aos estudantes uma situação-problema, que envolve um resultado experimental ou situação ficcional, em que se deve escolher entre duas explicações, uma relacionada à visão clássica e outra, à relativística.

Com as atividades e as ações do professor buscou-se construir um ambiente discursivo em que os estudantes pudessem interagir ao solucionar as situações-problema e se engajar na argumentação e práticas epistêmicas. Todas as atividades foram planejadas para acontecer em dois momentos. No primeiro, os estudantes interagiram no pequeno grupo, com auxílio do professor, fazendo uso de interações discursivas. No segundo, os estudantes interagiram no grande grupo, também com o auxílio do professor, buscando o estabelecimento de consenso.

A sequência é composta por 8 atividades, planejada para ser realizada em 14 horas-aulas de 45 minutos. Na Figura 4 apresentamos as atividades com uma pequena descrição, bem como o tempo para a realização de cada uma delas.

Figura 4. Quadro com breve descrição das atividades que compõem a Sequência de Ensino, bem como o tempo previsto para sua realização

Atividade	Tempo	Breve Descrição
I	90 min	Aborda o conceito de evento utilizando duas tarefas. Na primeira, os grupos devem buscar compreender o que ocorreu durante um acidente por meio de relatos de oito testemunhas. Na segunda eles devem solucionar questões que buscam consolidar o conceito de evento.
II	45 min	Discute o conceito de referencial por meio uma abordagem expositiva dialogada, centrada no professor e, em um segundo momento, trabalha um conjunto de questões que envolvem a temática.
III	45 min	Aborda questões que envolvem o conceito de velocidade relativa (adição Galileana) em uma atividade em grupo.
IV	45 min	Discute o conceito de velocidade limite dentro da Física Clássica, por meio da apresentação de exemplos do cotidiano. Estuda as velocidades do elétron ao ser acelerado por um acelerador de partículas através de um conjunto de dados experimentais.
V	45 min	Apresenta os postulados da Teoria da Relatividade Restrita numa perspectiva expositiva dialogada.
VI	90 min	Aborda algumas questões que serão resolvidas pelos grupos, envolvendo o conceito de velocidade relativística contrastando com a adição Galileana.
VII	90 min	Discute a dilatação temporal através da exploração de um problema que deverá ser discutido, inicialmente, nos grupos e depois no grande grupo.
X1	145 min	Retoma os questionamentos que emergiram com a realização das atividades anteriores, especialmente as IV, V, VI e VII. Assim, busca-se sistematizar a sequência de ensino.

Fonte: Neves (2020).

1 As atividades VIII e IX foram construídas depois do redesign e por isso mantivemos as numerações presentes na sequência de ensino citada em Neves (2020). Portanto, a atividade de sistematização recebeu o número X.

A sequência foi inspirada no material produzido pelo Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular (NUPIC²), da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP), para o curso de formação de professores, que tem como objetivo apresentar a possibilidade de inserir a Relatividade Restrita e Geral no Ensino Médio. Das atividades planejadas, as I e IV são resultados diretos de uma adaptação para o contexto da pesquisa. As atividades II e III têm algumas questões retiradas do material do NUPIC. As demais atividades (VI, VII e X) foram desenvolvidas para abordar os conceitos de espaço e tempo na Física Relativística. As adequações que ocorreram buscavam desenvolver uma dinâmica que seria utilizada nas demais atividades.

Procedimento de Pesquisa

A presente pesquisa é de natureza social com abordagem qualitativa (Bogdan & Biklen, 1994), na qual o ambiente de investigação é a sala de aula e as interações que acontecem nesse espaço. A escolha da turma ocorreu de maneira deliberada, pois surgiu a oportunidade, no segundo semestre de 2018, de investigar as interações discursivas ao realizar a sequência de ensino com estudantes do primeiro período do curso de Licenciatura em Física de uma Universidade Federal localizada no Campo das Vertentes do Estado de Minas Gerais.

Inicialmente os estudantes foram convidados a participar da pesquisa, explicitando os objetivos e o sigilo dos dados coletados. A pesquisa³ foi submetida e aprovada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) por meio da Plataforma Brasil e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Durante a realização da sequência, o pesquisador atuou como observador, na maior parte do tempo (Atividade I à VII), e como professor na Atividade X em conjunto com a professora da disciplina. Os instrumentos de coleta de dados da pesquisa foram as gravações de vídeo da turma, gravações de áudio dos grupos, o diário de campo e os materiais escritos produzidos pelos estudantes. Para coleta dos dados utilizamos uma câmera filmadora, de alta definição (HD), instalada na frente da sala para captar áudio e vídeo de todo o ambiente de ensino. Já nos grupos foram colocados gravadores de áudio com o objetivo de captar as interações discursivas locais, dando-nos opção de analisar as ações dos grupos ao associar os áudios dos gravadores com as imagens da filmadora. Nos diários de campo foi descrito o contexto educacional ou situações consideradas como relevantes no momento.

A construção dos dados teve como fonte primária as gravações (áudio e vídeo) da sequência e, como secundária, o diário de campo e os materiais escritos. Com as gravações em vídeo e áudio dos encontros, organizamos os episódios de ensino, que consistem em momentos da aula cujos elementos queremos analisar com a pesquisa. Partiu-se de um olhar macro, visão geral das aulas, para o micro, para ações que se pretendiam analisar (Carvalho, 2015). Com o olhar macro, buscamos identificar momentos de interação coletiva entre a professora e os estudantes, nos quais eram abordados os conceitos relacionados à TRR.

2 <http://nupic.fe.usp.br/>

3 Cadastrada e aprovada na Plataforma Brasil sob o CAAE: 92886718.4.0000.5148

Depois de identificadas as ações coletivas, retornamos às fontes primárias, agora acompanhadas dos materiais escritos e do diário de campo, buscando construir os episódios de ensino a fim de identificar situações de ensino relacionadas à produção, comunicação e avaliação do conhecimento.

Durante a construção dos dados, utilizamos o *software Kdenlive* para sincronizar as diversas faixas de áudio com o vídeo; o *software Aegisub* para transcrever as falas e compreender os elementos multimodais presentes (Martins, 2015). Depois de diversas revisões, buscando minimizar perdas de contextos, exportamos as transcrições em um arquivo de texto contendo o tempo inicial e final de cada fala, o responsável por ela e as transcrições em si. Na sequência, organizamos uma planilha eletrônica com o *Calc* para identificarmos as Funções Argumentativas, as Práticas Epistêmicas e os Movimentos Epistêmicos, bem como suas frequências.

De posse das fontes de dados transcritos, organizamos 7 episódios de ensino, relativos à atividade de sistematização (Atividade X), em que retomamos problemas e afirmações realizadas pelos estudantes para se posicionarem sobre elas. Na Figura 5 é apresentada uma breve descrição de cada episódio, bem como sua duração.

Figura 5. Quadro com breve descrição das atividades que compõem a Sequência de Ensino, bem como seu tempo de duração

Episódio	Duração (mm:ss)	Descrição
1	11:28	Os estudantes avaliam afirmações sobre a possibilidade de existir um limite para a velocidade dos corpos.
2	20:48	Os estudantes analisam uma situação-problema que envolve o movimento relativo e a independência dos referenciais para o valor da velocidade da luz.
3	24:11	Os estudantes revisitam o problema ficcional, da primeira parte da Atividade VII, para analisar, em que medida, suas respostas respondem ou não aos problemas e como poderiam complementá-las.
4	21:33	Os estudantes discutem a impossibilidade de observar os efeitos da Teoria da Relatividade Restrita em nosso dia a dia.
5	40:05	Os estudantes analisam os experimentos apresentados por eles como possibilidade de demonstrar a existência da dilatação temporal.
6	11:10	Os estudantes revisitam uma situação-problema da segunda parte da Atividade VII para analisar em que medida as respostas apresentadas respondem ou não aos problemas e como poderiam complementá-las.
7	12:04	Os estudantes se posicionam frente a uma afirmação sobre a impossibilidade de viajar na velocidade da luz que tem como consequência a invalidade da teoria.

Fonte: Neves (2020).

Cada episódio foi organizado, codificado e analisado conforme os seguintes passos:

1º Identificar trechos relativos à construção de conhecimento - buscar interações discursivas que foram relevantes para a solução da situação-problema, uma vez que apenas os momentos de construção de conhecimento foram analisados;

2º Codificar as interações discursivas de acordo com as funções argumentativas (de acordo com a Figura 1);

3º Codificar os movimentos epistêmicos empregado pelos professores (Figura 2);

4º Codificar as práticas epistêmicas mobilizadas pelos estudantes (Figura 3) e organizar o Quadro de análise do processo argumentativo e dos aspectos epistêmicos (Quadro de análise);

5º Analisar o processo argumentativo, os movimentos epistêmicos e as práticas epistêmicas por meio do Quadro de análise com o objetivo de construir uma visão geral acerca dos episódios de ensino;

6º Identificar as práticas epistêmicas que estiveram presentes nos episódios de ensino.

Especialmente nos passos 2, 3 e 4, diversas codificações estiveram presentes e o processo de validação ocorreu em pares, neste caso os autores, em que cada um realizava sua categorização e depois se reuniam para compará-las. Em situações de divergência, os envolvidos apresentaram suas alegações até o estabelecimento de um consenso acerca da categoria escolhida.

Com o objetivo de elucidar o processo de análise realizado nos episódios de ensino, na próxima seção apresentaremos um fragmento do episódio 2. Nela será possível exemplificar a análise dos dados e compreender a dinâmica realizada em sala de aula.

Da Categorização à Análise dos Dados

Os episódios de ensino foram organizados em turnos em que identificamos o responsável pela interação e sua fala. Dos sete episódios, analisaremos um fragmento do segundo episódio em que os estudantes foram estimulados a se posicionarem e justificarem suas escolhas ao abordar a dependência ou não do referencial no valor da velocidade da luz, conforme o segundo postulado da Teoria da Relatividade Restrita.

Depois de exposto a situação-problema (turno 92⁴), desenvolvida conforme as “Teorias Concorrentes”, o professor, no turno 93, pede aos estudantes que se posicionem diante da afirmação dos alunos. Como a dinâmica já fazia parte das ações em sala de aula, esse momento foi mais curto que anteriores e na Figura 6 são apresentados como os dados foram tratados até a reconstrução do argumento.

4 De um episódio para outro, continuamos com as numerações dos turnos. Logo, o último turno do primeiro episódio foi o 90 e primeiro do episódio subsequente foi o 91.

Figura 6. Quadro de Análise das Funções Argumentativas e dos Aspectos Epistêmicos

(Turno) [Participante] Fala	FA	PE	ME
(92) [Prof.] ... “Uma espaçonave que está se afastando de você a uma rapidez igual a $0,8c$ dispara um pulso de luz de um laser no mesmo sentido em que está viajando. Pautado na situação descrita anteriormente, dois alunos apresentaram as seguintes afirmações. Aluno A: “A velocidade da luz sempre dependerá de um referencial” e o Aluno B: “Independente do referencial a velocidade da luz sempre será igual a c ”. Então, independente do referencial a velocidade será igual a C .” (Professor lendo o problema no quadro)	F03		M01
(93) [Prof.] A dinâmica é a mesma. Quem está correto? E o que leva você a afirmar que este aluno está correto.	F03		M01
(94) [Vários] Correto é o B. [Afirmação]	F01	C01	
(95) [Prof.] Alguém acha que seria o A, o correto? E o B?	F03		M07
(96) [E16] O B está correto porque a velocidade da luz é constante. [Evidência]	F02	C01	
(97) [Prof.] Mas para todo referencial? [Evidência]	F03		M07
(98) [E16] Sim. [Evidência]	F04	C01	
(99) [Prof.] Independente do referencial, a velocidade da luz vai ser sempre a mesma? [Evidência]	F03		M07
(100) [Vários] Sim, sempre a mesma coisa. [Evidência]	F04	C01	
(101) [Prof.] E agora. Como que eu convenço o aluno que está errado ou como que o aluno que está correto pode convencer o outro aluno?	F03		M01
(102) [E10] Com aquele experimento da bolinha. E o experimento mais clássico. [Evidência] Né. É o experimento mental mais fácil de você mostrar. Se a bolinha acrescentasse a velocidade da caixa você ia ver a bolinha primeiro antes do vidro quebrar, isso não acontece. (O aluno faz diversas articulações com o braço com o objetivo de elucidar sua fala)	F02	C04	
(103) [E16] Tem um outro experimento que a gente até estava imaginando dentro da sala de aula. Tipo assim, por exemplo, dentro da sala de aula, você tampa os olhos e com as luzes acesas assim que você tira a mão dos olhos o que você vê primeiro a sala toda ou a luz primeiro e depois a imagem? Entendeu. No caso você veria a luz porque a luz viria mais rápido aquele clarão e depois as imagens que vem em segundo plano por conta da luz ser refletida. Corrija-me se eu estiver errado. (Alguns alunos falando juntos).	F02	A02	
(104) [E10] A luz e a imagem querendo ou não vai chegar ao mesmo tempo nos seus olhos só que esta percepção que você tem é por causa da dilatação da pupila. Quando você está com os olhos fechados a sua pupila está mais dilatada e quando você abre de uma vez a luz mais clara vai chegar mais rápido.	F04	A05	
(105) [E16] Então a Luz refletida seria a mesma velocidade da luz?	F03	A05	

Nota. FA — Função Argumentativa; F01 — Afirmando; F02 — Justificando; F03 — Questionando; F04 — Avaliando; F08 — Não-Argumentativo; PE — Prática Epistêmica; PS03 — Dar sentido às situações propostas; C01 — Explicitar o próprio saber; C04 - Utilizar exemplos, analogias e metáforas; A02 — Utilizar novas situações para avaliar compreensão do modelo teórico; A04 — Justificar suas próprias conclusões; A05 — Criticar de forma fundamentadas conclusões de outros; M01 — Elaboração; M02 — Reelaboração; M07 — Compreensão. [E16] — Estudante 16; (90) — Turno 90; (Prof.) — Professor. Fonte: Neves (2020).

Figura 6. Quadro de Análise das Funções Argumentativas e dos Aspectos Epistêmicos (continuação)

(Turno) [Participante] Fala	FA	PE	ME
(106) [E10] Sim. Constante.	F01	C01	
(107) [E17] A velocidade da luz não aumenta, ela é constante.	F01	C01	
(108) [E10] Sim, só que você não vai conseguir perceber a velocidade do processo.	F04	C01	
(109) [E05] Qualquer luz vai ter esta velocidade. (Vários alunos falando juntos)	F04	C01	
(110) [E16] Estão descarta o que eu pensei.	F04		
(111) [Prof.] Mas a ideia é trazer essa discussão pra aula.	F08		
(112) [E02] Mas isso é muito difícil de ... (vários falando juntos).	F08		
(113) [Prof.] Pessoal só um segundo, pegar o exemplo da bolinha (pedindo atenção da turma para a fala do Estudante 05)	F08		
(114) [E05] E explicar para ele, o que está acontecendo. Se a luz não fosse a velocidade limite, a velocidade continua, não lembro a palavra certa ... velocidade constante, ela iria tipo adiantar no tempo você iria ver a bolinha antes do vidro quebrar [Evidência]. Porque somaria a velocidade [da caixa] ela seria mais rápida do que ela mesma. Então isso seria errado. [Raciocínio]	F02	A04	
(115) [Prof.] Tá mas você está num referencial, que privilegiou para fazer esta situação. E se eu tiver num referencial dentro da caixa, eu estou junto com a Bolinha.	F03		M02
(116) [E18] Para você ver a bolinha eu tenho que ter luz! Então.	F01	PS03	
(117) [E10] Dentro da caixa você vai ver a bolinha sempre o tempo todo. (Vários falando junto)	F01	PS03	
(118) [E07] Só se fosse ao contrário.	F03	PS03	
(119) [E02] Não vai fazer diferença.	F04	PS03	

Nota. FA — Função Argumentativa; F01 — Afirmando; F02 — Justificando; F03 — Questionando; F04 — Avaliando; F08 — Não-Argumentativo; PE — Prática Epistêmica; PS03 — Dar sentido às situações propostas; C01 — Explicitar o próprio saber; C04 - Utilizar exemplos, analogias e metáforas; A02 — Utilizar novas situações para avaliar compreensão do modelo teórico; A04 — Justificar suas próprias conclusões; A05 — Criticar de forma fundamentadas conclusões de outros; M01 — Elaboração; M02 — Reelaboração; M07 — Compreensão. [E16] — Estudante 16; (90) — Turno 90; (Prof.) — Professor. Fonte: Neves (2020).

Na Figura 6, nas falas do estudante 16 (turnos 096 e 098), são apresentados elementos que comporiam uma evidência para o argumento, que tinha como afirmação que “o correto é o aluno B”. As interações dos professores nessa construção foram fundamentais, pois, em certa medida, encaminharam a sustentação do argumento por meio de questionamentos com evidências explícitas, com os quais os estudantes apenas concordavam. Em relação às funções argumentativas, vemos os estudantes empenhados nas funções *afirmando* e *justificando* e os professores *questionando*.

Entre os turnos 101 e 114, os estudantes retomam o experimento mental, proposto como possibilidade de persuasão em outro episódio, para convencer o aluno A de que a velocidade da luz é constante, independente do referencial. Vale destacar

que nas interações discursivas, os elementos destacados não possibilitam responder diretamente a situação-problema, porém são importantes para compreender o processo de construção do conhecimento, visto que os estudantes utilizam elementos presentes na sequência de ensino e nas interações discursivas anteriores.

Outro trecho de destaque, está entre os turnos 103 e 110, em que os estudantes interagem no sentido de apresentar “o que sabem e como sabem” ao se envolverem em situação de persuasão, em que fazem uso da prática epistêmica Explicitar o próprio saber (C1). No fragmento destacado (103 a 110), vemos a função *avaliando*, nas interações dos estudantes.

Em relação aos movimentos epistêmicos temos uma concentração do movimento de Compreensão (M07), em que o professor busca compreender elementos apresentados nas falas dos estudantes.

Quando o professor propõe a busca por persuasão do outro aluno (turno 101), observamos a presença de diversas práticas epistêmicas, que perpassam as três instâncias sociais. Acreditamos que isso tenha ocorrido, pois construiu-se um espaço em que os estudantes pudessem apresentar “o que sabem e como sabem” para convencer o outro aluno. Assim, pensar em momento de persuasão, como o apresentado, pode ser um elemento importante ao buscar construir um ambiente argumentativo, especialmente quando não tem como foco ensinar a estrutura de um argumento, mas sim de pensar em um ambiente para tal.

Essa análise micro, em que acompanhamos cada interação, foi realizada para cada episódio de ensino e nos possibilitou apresentar, na próxima seção, uma análise global acerca das interações discursivas, das práticas epistêmicas e dos movimentos epistêmicos presentes nos episódios de ensino.

Processo Argumentativo e os Aspectos Epistêmicos nos Episódios de Ensino

De posse do Quadro de análise de cada episódio, organizamos três tabelas para apresentarmos as frequências com que aparecem as Funções Argumentativas, os Movimentos Epistêmicos e as Práticas Epistêmicas. Esta seção foi dividida em duas partes, na primeira destacamos o processo argumentativo e na segunda, os aspectos epistêmicos.

Processo Argumentativo nos Episódios de Ensino

Na Tabela 1, temos as frequências das funções argumentativas de cada episódio. Nela, separamos as interações realizadas pela professora, pelo professor e pelos estudantes. Optamos por essa divisão, pois o professor era responsável por apresentar e conduzir a dinâmica em sala de aula.

Tabela 1. *Frequência das Funções Argumentativas presentes no Episódio de Ensino*

Ep.	Part.	Função Argumentativa								Soma
		F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	
1	Profs.	0	3	22	0	0	2	0	14	41
	Est.	15	14	2	5	3	0	0	10	49
	Total	15	17	24	5	3	2	0	24	90
2	Profs.	8	4	27	6	0	0	0	19	64
	Est.	30	12	10	11	0	0	0	6	69
	Total	38	16	37	17	0	0	0	25	133
3	Profs.	3	2	39	7	0	0	0	26	77
	Est.	21	16	4	7	0	0	0	25	73
	Total	24	18	43	14	0	0	0	51	150
4	Profs.	11	2	34	11	0	1	0	14	73
	Est.	34	14	5	1	0	1	1	8	64
	Total	45	16	39	12	0	2	1	22	137
5	Profs.	12	3	35	13	0	0	0	33	97
	Est.	50	20	14	4	0	0	0	15	103
	Total	62	23	49	17	0	0	1	48	200
6	Profs.	3	9	7	1	0	0	0	4	24
	Est.	9	3	2	0	0	0	0	2	16
	Total	12	12	9	1	0	0	0	6	40
7	Profs.	3	7	7	1	0	0	0	8	26
	Est.	9	8	5	1	0	0	0	3	26
	Total	12	15	12	2	0	0	0	11	52
Soma		208	117	213	68	3	4	2	187	

Fonte: Autores.

Quando comparamos as interações argumentativas (colunas F01, F02, F03, F04, F05, F06 e F07 da Tabela 1) com as não argumentativas (coluna F08 da Tabela 1), observamos que 51 das 150 interações (34%) do episódio 03 foram identificadas como não argumentativas. Nos episódios 01, 05 e 07 as interações não argumentativas foram 24/90 (26,7%), 48/200 (24%) e 11/52 (21,2%) respectivamente. Os menores números relativos de interações não argumentativas foram nos episódios 02, 04 e 06 com 25/133 (18,8%), 22/137 (16,1%) e 6/40 (15%).

As funções *Dados* (F05), *Critério* (F06) e *Autor de crédito* (F07) foram identificadas pouquíssimas vezes nas interações discursivas. Contudo, o fato de se identificar poucas falas como *Dados* (função argumentativa) não significa que nas interações, os dados (evidência) não estiveram presentes. Apenas, não foram apresentados isoladamente, mas em conjunto com uma afirmação, justificativa e até mesmo na forma de questionamento. Como podemos observar entre os turnos 96 e 99 na Figura 8.

A baixa frequência da função *Autor de crédito* esteve relacionada à maneira como o processo argumentativo foi conduzido pelos professores, que não nomeavam diretamente os autores das afirmações e apenas partiam delas em suas explicações. Contudo, vimos no decorrer dos episódios, na maior parte do tempo, que os estudantes eram incentivados a participar da solução da situação-problema em questão.

A função *Critério* esteve presente apenas nos episódios 01 e 04. Observamos ao longo da sequência que os argumentos não foram avaliados diretamente, um motivo foi a construção coletiva. Entretanto, em algumas situações, vimos que alguns elementos presentes nas falas foram confrontados, mas como uma possibilidade que era acatada ou não nas interações seguintes. Essa situação demonstra a necessidade de o professor perceber a sutileza e questionar os motivos para abandonar uma afirmação ou justificativa para aceitar a outra, fazendo que os estudantes percebam as discussões epistemológicas no processo argumentativo.

Com a análise dos processos argumentativos, por meio das funções argumentativas, temos alguns indícios que os estudantes estavam envolvidos nas interações discursivas e conseqüentemente em práticas epistêmicas, pois na Tabela 1 vemos os estudantes, primordialmente, empenhados nas funções *Afirmando* (F01) e *Justificando* (F02). Como vimos anteriormente, afirmar e justificar são elementos centrais para um argumento. Contudo, não observamos os estudantes realizando críticas ou avaliações das afirmações e justificativas, que estão relacionadas à função *Avaliando*. Nos episódios, os principais responsáveis pela função *Avaliando* eram a professora e o professor. Vale destacar que o envolvimento em críticas é elemento central para o processo argumentativo e as práticas epistêmicas.

Acerca das ações não argumentativas, vale destacar que elas foram fundamentais para estabelecer o ambiente argumentativo e de práticas epistêmicas, com interações discursivas que foram desde incentivar os estudantes a apresentarem suas respostas a elucidar conceitos. Responder às ações e indagações dos estudantes também foi fundamental, pois mostrava respeito e interesse em sua participação nas interações discursivas.

Por mais que não tivéssemos como objetivo analisar o processo argumentativo em toda sua complexidade, vimos que em diversas situações as interações discursivas se aproximaram de discursos argumentativos, pois, conforme Berland (2008), os estudantes e professores: (a) participaram das interações discursivas; (b) apresentaram afirmações; (c) defenderam suas afirmações; (d) atenderam e responderam às afirmações contrárias; e (e) revisaram afirmações. Como nos estudos de Freire (2014) e Valle (2014), as ações dos professores foram essenciais no estabelecimento do processo argumentativo. Assim, não podemos desconsiderar o professor e suas ações ao planejar as atividades que fomentam as práticas epistêmicas e a argumentação em sala de aula.

Movimentos e Práticas Epistêmicas

Com a análise dos aspectos epistêmicos mobilizados nos episódios de ensino, identificamos que, em maior ou menor grau, diversas práticas epistêmicas estiveram presentes nos episódios (Tabela 2) e nos movimentos epistêmicos dos professores (Tabela 3).

Tabela 2. Práticas Epistêmicas mobilizadas pelos estudantes nos episódios de ensino

Instâncias Sociais	PE	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 3	Ep. 4	Ep. 5	Ep. 6	Ep. 7	Total
Produção de Sentido	PS01	1	0	0	0	0	0	0	1
	PS02	5	8	17	23	19	2	8	82
	PS03	10	15	4	7	28	7	9	80
	Soma	16	23	21	30	47	9	17	163
Comunicação	C01	15	25	12	16	14	4	3	89
	C02	1	0	0	7	0	0	1	9
	C03	0	0	0	0	0	0	0	0
	C04	0	1	0	0	10	0	0	11
	Soma	16	26	12	23	24	4	4	109
Avaliação	A01	0	0	0	0	0	0	0	0
	A02	0	1	4	0	0	0	0	5
	A03	0	0	0	0	0	0	0	0
	A04	5	6	3	0	4	1	1	20
	A05	1	3	3	0	6	0	1	14
	A06	0	0	1	0	0	0	0	1
Soma	6	9	7	0	10	1	2	35	
Soma		38	59	44	53	81	14	23	312

Fonte: Autores.

Na Tabela 2, vemos que as práticas epistêmicas de *Construir significados* (PS02) e *Dar sentido às situações propostas* (PS03), relacionadas à instância de Produção de Sentido e à prática de *Explicitar o próprio saber* (C01), associada à instância de Comunicação de Conhecimento, estiveram presentes em todos os episódios. A prática epistêmica de *Justificar suas próprias conclusões* (A04) só não esteve presente no episódio 04, no qual não observamos nenhuma prática relacionada à instância social de Avaliação.

As práticas epistêmicas de *Distinguir evidências de previsão teóricas* (A01) e *Avaliar novas situações utilizando o modelo teórico* (A03) não estiveram presentes em nenhum episódio. E as práticas de *Utilizar o modelo para identificar situações plausíveis ou não* (A06) e *Utilizar ideias, conceitos para construir novas compreensões* (PS01) estiveram apenas em um episódio. Em relação às instâncias sociais, constatamos que 163 interações estavam relacionadas à Produção de Sentido, 109 relacionadas à Comunicação, e 35, à Avaliação.

Tabela 3. Movimentos Epistêmicos empregados pela professora e pelo professor nos episódios de ensino

Cod.	Epi. 1	Epi. 2	Epi. 3	Epi. 4	Epi. 5	Epi. 6	Epi. 7
M01	4	3	12	8	4	3	2
M02	0	15	3	4	2	5	1
M03	1	8	2	2	4	5	7
M04	0	0	4	10	9	4	1
M05	0	4	2	8	10	0	1
M06	3	1	2	7	4	0	2
M07	20	14	24	23	31	3	4
Soma	28	45	49	62	64	20	18

Fonte: Neves (2020).

Com a análise da Tabela 3, constatamos que os movimentos epistêmicos de *Elaboração* (M01), *Instrução* (M03), *Síntese* (M06) e *Compreensão* (M07) correspondem aos maiores percentuais ao longo dos sete episódios, e os movimentos de *Confirmação* (M04) e *Correção* (M05) correspondem aos menores. Os movimentos de *Elaboração* e *Compreensão* estiveram presentes em todos os episódios. Outro destaque foi o movimento de *Instrução*, que se concentrou nos episódios 02, 05, 06 e 07.

Ao longo dos episódios, observamos que os movimentos de *Elaboração*, *Reelaboração* (M02), *Instrução* e *Síntese* foram realizados com baixa frequência e com duração maior que os demais movimentos, em que o tempo da interação era maior que os demais. Já os movimentos de *Compreensão*, *Confirmação* e *Correção* aconteceram com alta frequência e com baixa duração.

Com a análise dos episódios de ensino, vemos que as ações epistêmicas dos professores se modificaram no episódio 06 e 07, pois existem boa parte das interações foram realizados os movimentos *Elaboração* e *Instrução*. Isso nos possibilita levantar as seguintes hipóteses: (a) no episódio 06, repete-se um problema cuja estrutura já havia sido abordada no episódio 03, assim, o professor não julgou necessário promover um espaço para que os estudantes pudessem participar e mobilizar práticas epistêmicas; (b) o episódio 07 foi realizado no final da aula, e existia a necessidade de terminar a sequência, logo, era necessário solucionar a situação-problema para finalizá-la. Dessa forma, os professores concentraram quase todo o papel epistêmico no processo de ensino e aprendizagem.

Por mais que não possamos quantificar a complexidade dos movimentos epistêmicos, é possível identificar situações que estão diretamente relacionadas aos caminhos a serem seguidos ao longo das interações discursivas. Assim, ao realizar movimentos de *Reelaboração* ou *Instrução*, os professores estão inserindo elementos até então desconsiderados por parte dos estudantes, ou seja, um novo olhar para o problema ou uma nova informação ou conceito. Os demais movimentos foram realizados no sentido de seguir o caminho em vigor nas interações, com o objetivo de compreendê-los por meio do movimento de *Compreensão*, ou por avaliá-los com os movimentos de *Correção* e *Confirmação*, ou por restabelecer elementos apresentados com a *Síntese* (M06).

Com a análise das práticas epistêmicas e dos movimentos epistêmicos, observamos que um dos fatores que influenciaram nas ações epistêmicas dos estudantes e dos professores estava relacionado à compreensão da situação-problema ou das problemáticas estabelecidas. Assim, quando o problema é compreendido pelos estudantes, o movimento dos professores, na maioria das vezes, estava relacionado à *Compreensão, Síntese, Confirmação e Correção*, e os estudantes se engajaram nas práticas epistêmicas, na maioria das vezes, associadas à instância social de comunicação e avaliação. Quando observamos uma concentração dos movimentos de *Reelaboração e Instrução*, constatamos que, na maioria das vezes, as práticas epistêmicas estavam relacionadas à instância social de produção de sentido.

Considerações Finais

Em nosso estudo, buscamos analisar e compreender as interações discursivas que emergem em sala de aula durante a realização de uma sequência de ensino sobre os conceitos de espaço e tempo de acordo com a Teoria da Relatividade Restrita, e identificar as práticas epistêmicas mobilizadas pelos estudantes e o papel do professor nesse processo. Nele, defendemos que as práticas epistêmicas podem ser desenvolvidas no espaço da Física Moderna e Contemporânea, em um ambiente argumentativo, no qual os estudantes se engajem em sustentar explicações.

As práticas epistêmicas estão relacionadas às áreas do conhecimento e aos objetivos pedagógicos, e com a Física Moderna não é diferente. Das 13 práticas epistêmicas que investigamos, na forma do instrumento de análise, nem todas estavam presentes nos episódios analisados. Efetivamente os estudantes se envolveram em nove práticas epistêmicas na pesquisa, pois duas delas estavam presentes em apenas duas situações. Contudo, mantivemos a Ferramenta de Análise com as 13 práticas por acreditarmos que em outro contexto educacional elas possam estar presentes, uma vez que a estrutura da atividade e das ações dos professores em sala de aula influencia nas práticas epistêmicas.

Em todos os episódios, observamos que 163 interações discursivas estavam relacionadas às práticas epistêmicas associadas à instância social de Produção de Sentido, 109 interações à Comunicação, e 35 à Avaliação. Este pequeno domínio das práticas epistêmicas relacionadas à instância de avaliação se justifica devido à estrutura com que foram planejadas as situações-problema envolvendo as “Teorias Concorrentes”. As práticas epistêmicas relacionadas à Produção de Sentido aparecem em situações nas quais os estudantes eram convidados a pensar maneiras de persuadir, especialmente nos episódios 01, 02 e 03, e no episódio 05, devido à situação-problema que foi sendo estabelecida ao longo do episódio.

Acreditamos que a estrutura das “Teorias Concorrentes” emerge, além das outras potencialidades já apresentadas na literatura, como uma possibilidade para fomentar interações discursivas no ensino de Física Moderna e Contemporânea, visto que, em conjunto com as ações do professor, podem proporcionar o engajamento dos estudantes em situações que envolvem a sustentação de explicações.

Nos episódios, as “Teorias Concorrentes” foram abordadas com dois aspectos diferentes. No primeiro, as afirmações em disputa eram realizadas por terceiros, como nos episódios 01, 02 e 03, em que os estudantes se empenharam para sustentá-las ou refutá-las. No segundo, os objetos de disputa eram afirmações apresentadas pelos estudantes, como nos episódios 04, 05, 06 e 07, que, além dos elementos anteriores, tinham a possibilidade de corrigi-las. Nos dois aspectos, houve possibilidades de os estudantes participarem de interações discursivas, pois a todo momento propõem afirmações, as defendendo e/ou as refutando. Nesse contexto, há espaço para os estudantes se envolverem na produção de sentido, comunicação e avaliação do conhecimento (Kelly, 2008; Kelly & Licon, 2018).

Com a análise das práticas epistêmicas, constatamos o alto grau de inferência nas categorizações, como já relatado por Araújo (2008), Lima-Tavares (2009) entre outros autores. Em relação à sobreposição, concordamos com Silva (2011, p. 269) ao relacionar as práticas epistêmicas às operações epistêmicas, pois “(...) uma ação de produção do conhecimento, como a realização de um ensaio experimental, pode suscitar a avaliação de um procedimento ou considerações sobre as limitações da investigação, que são operações epistêmicas de natureza avaliativa”, sendo fundamental compreender o contexto no qual emergem as práticas epistêmicas.

Ao analisarmos as ações dos professores, por meio das funções argumentativas e dos movimentos epistêmicos, constatamos que elas se modificam de acordo com a situação-problema, de como ela estava sendo percebida pelos estudantes, ou os objetivos pedagógicos, nesse caso envolvendo outros encargos didáticos.

Ao planejar futuros materiais instrucionais para fomentar as práticas epistêmicas e argumentação no estudo da Física Moderna e Contemporânea, como o exposto no decorrer da pesquisa, não devemos nos esquecer do papel importantíssimo do professor, buscando envolver os estudantes nas situações-problema que lhes são apresentadas com o objetivo de compreender a natureza do trabalho científico. É necessário que compreendamos a ciência como um empreendimento humano em que construímos e utilizamos modelos explicativos.

Ao analisar as interações discursivas, percebemos que os caminhos a serem seguidos pelos estudantes estavam relacionados à compreensão ou não da situação-problema. Quando os estudantes a compreendiam, as interações iam no sentido de solucioná-la e os movimentos, em sua maioria, depois do movimento de *Elaboração*, foram de *Compreensão*, *Síntese*, *Confirmação* e *Correção*. Em relação às práticas epistêmicas, os estudantes mobilizaram, na maioria das vezes, práticas associadas às instâncias de Comunicação e Avaliação do Conhecimento. Quando o problema não estava estabelecido, vimos, em sua maioria, depois do movimento de *Elaboração*, os movimentos de *Reelaboração*, *Compreensão* e *Instrução*, e os estudantes mobilizam, na maior parte das vezes, práticas associadas às instâncias de Produção de Sentido e Comunicação.

Acerca das contribuições para o campo da Educação Científica, acredita-se que com a pesquisa é possível: a) abordar um conjunto de práticas epistêmicas que envolvem conceitos introdutórios da Teoria da Relatividade Restrita, que podem ser utilizados para investigar outras temáticas relacionadas à Física Moderna e Contemporânea; b) exemplificar uma possibilidade para o uso das “Teorias Concorrentes” (Erduran, 2006) que envolve os conceitos da Teoria da Relatividade Restrita; e, d) investigar as práticas epistêmicas em situações de ensino e aprendizagem em ambiente de formação inicial de professores.

Em nosso estudo, tivemos como ambiente de coleta de dados uma turma do primeiro período do curso de licenciatura em Física. Com base nos resultados apresentados, acreditamos que ela tem potencial para orientar futuras ações no processo de formação inicial e continuada ao apresentar elementos que relacionam as interações discursivas, práticas epistêmicas e Teoria da Relatividade Restrita. Defendemos que no processo de formação docente é fundamental que os futuros professores se engajem em práticas epistêmicas relacionadas à ciência e a ensinar ciências. Contudo, reconhecemos que estar imerso em um ambiente de interações e de práticas epistêmicas não garante que suas ações como docente considerem tais elementos, sendo uma condição necessária, mas não suficiente, ao planejar aulas em um ambiente de interações e de práticas.

Referências Bibliográficas

- Araújo, A. O. (2008). *O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais). Repositório Institucional da UFMG. <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-85BKEK>
- Berland, L. K. (2008). *Understanding the composite practice that forms when classrooms take up the practice of scientific argumentation* (Tese de doutorado, Northwestern University, Evanston, Illinois, United States of America). Arch: Northwestern University Institutional Repository. <https://doi.org/10.21985/N2MT71>
- Berland, L. K. & McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765–793. <https://doi.org/10.1002/sce.20402>
- Berland, L. K. & McNeill, K. L. (2012). For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson. *Science Education*, 96(5), 808–813. <https://doi.org/10.1002/sce.21000>
- Berland, L. K. & Reiser, B. J. (2008). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55. <https://doi.org/10.1002/sce.20286>
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto editora.

- Carvalho, A. M. P. (2015). Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In F. M. T. d. Santos & I. M. Greca(Orgs.), *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias* (pp. 13–47). Unijuí.
- Carvalho, A. M. P. & Sasseron, L. H. (2015). Ensino de Física por Investigação: Referencial Teórico e as Pesquisas sobre Sequência de Ensino. *Ensino em Re-vista*, 22(2), 249–266. <https://doi.org/10.14393/ER-v22n2a2015-1>
- Christodoulou, A. & Osborne, J. (2014). The science classroom as a site of epistemic talk: A case study of a teacher’s attempts to teach science based on argument. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(10), 1275–1300. <https://doi.org/10.1002/tea.21166>
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3%3C287::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3%3C287::AID-SCE1%3E3.0.CO;2-A)
- Duschl, R. (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Erduran, S. (2006). Promoting ideas, evidence and argument in initial science teacher training. *School Science Review*, 87(321), 45–50.
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne J. (2004). TAPPING into argumentation: Developments in the application of Toulmin’s Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). Designing argumentation learning environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Orgs.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-Based Research* (pp. 91–115). Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Brocos, P. (2015). Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. *Revista Ensaio*, 17(spe), 139–159. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s08>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. In K. S. Taber & B. B. Akpan (Orgs.), *New Directions in Mathematics and Science Education* (pp. 69–80). Brill.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Orgs.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-Based Research* (pp. 3–27). Springer.
- Kelly, G. (2008). Inquiry, Activity and Epistemic Practice. In A. R. Duschl & R. E. Grandy (Orgs.), *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 99–117). Brill.
- Kelly, G. J. & Duschl, R. A. (2002, April 7–10). *Toward a research agenda for epistemological studies in science education* [Paper presentation]. Annual meeting of the NARST in Science Teaching, New Orleans, Louisiana.

- Kelly, G. J. & Licona, P. (2018). Epistemic Practices and Science Education. In M. Matthews (Org.), *History, Philosophy and Science Teaching, Science: Philosophy, History and Education* (pp. 139–164). Springer International Publishing.
- Kneubil, F. B. & Pietrocola, M. (2017). A pesquisa baseada em design: Visão geral e contribuições para o ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 1–16. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p01>
- Kuhn, T. S. (2007). *A estrutura das revoluções científicas*. Perspectiva.
- Leitão, S. (2011). O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In S. Leitão & M. C. Damianovic (Orgs.), *Argumentação na escola: o conhecimento em construção* (pp. 13–46). Pontes Editores.
- Lima-Tavares, M. (2009). *Argumentação em salas de aula de biologia sobre a teoria sintética da evolução* (Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais). Repositório Institucional da UFMG. <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-85FQ9Q>
- Maloney, J., & Simon, S. (2006). Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817–1841. <https://doi.org/10.1080/09500690600855419>
- Martins, I. (2015). Dados como diálogo: construindo dados a partir de registros de observação de interações discursivas em salas de aula de ciências. In F. M. T. d. Santos & I. M. Greca (Orgs.), *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias* (pp. 297–321). Unijuí.
- Nascimento, E. D. O. (2015). *Práticas Epistêmicas em Atividades Investigativas de Ciências* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, Sergipe). Repositório Institucional da Universidade Federal de Sergipe — RI/UFS. <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/5222>
- Nascimento, S. S. & Villani, C. E. P. (2003). A argumentação e o Ensino de Ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física no Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(3), 187–209. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/539>
- Neves, J. A. (2020). *Interações discursivas, práticas e Movimentos epistêmicos no ensino de relatividade Restrita* (Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo). Repositório Institucional — UFSCar. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13206>
- Neves, J. A. & Pierson, A. H. C. (09–13 de novembro, 2020). *Práticas Epistêmicas no ensino de física moderna e contemporânea: uma proposta de instrumento de análise*. XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.

Oliveira, C. L. (2008). Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. *Revista Travessias*, 2(3), 1–16. <http://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/3122>

Paty, M. (2009). *A física do século XX*. Idéias & Letras.

Ratz, S. V. S. (2015). *Os aspectos epistêmicos da construção de argumentos em uma Sequência Didática em Ecologia* (Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-20072015-122502/pt-br.php>

Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634–656. <https://doi.org/10.1002/sce.20065>

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, 17(spe), 49–67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>

Sasseron, L. H. (2018). Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 1061–1085. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>

Sasseron, L. H. (2018a). *Práticas em aula de ciências: o estabelecimento de interações discursivas no ensino por investigação* (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://doi.org/10.11606/T.48.2019.tde-01082019-120320>

Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333–352. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445>

Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2011). Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. *Ensaio — Pesquisa em Educação em Ciência*, 13(3), 243–262. <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130315>

Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2011a). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59–77. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>

Sasseron, L. H. & Duschl, R. A. (2016). Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(2), 52–67. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>

- Simon, S., Erduran, S. & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 235–260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Silva, A. D. C. T. (2008). *Estratégias Enunciativas Em Salas de aula de Química: Contrastando professores de estilos diferentes* (Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais). Repositório Institucional da UFMG. <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-84KND6>
- Silva, A. D. C. T. (2015). Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. *Revista Ensaio*, 17(spe), 69–96. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s05>
- Silva, F. A. R. (2011). *O ensino de ciências por investigação na educação Superior: um ambiente para o estudo da aprendizagem científica* (Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais). Repositório Institucional da UFMG. <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8R2KQA>
- Toulmin, S. E. (2006). Os usos do argumento (R. Guarany, Trad.). Martins Fontes.
- Valle, M. G. (2014). *Movimentos e práticas epistêmicas e suas relações com a construção de argumentos nas aulas de ciências* (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-01102014-104240/pt-br.php>
- Vieira, R. D. & Nascimento, S. S. (2013). *Argumentação no Ensino de Ciências: Tendências, práticas e metodologia de análise*. Appris.
- Vieira, R. D. (2011). *Discurso em salas de aula de ciências: Uma estrutura de análise baseada na teoria da atividade, sociolinguística e linguística textual* (Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais). Repositório Institucional da UFMG. <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-8SSHXZ>

 **Jefferson Adriano Neves**

Universidade Federal de Lavras
Lavras, Minas Gerais, Brasil
jefferson.neves@ufla.br

 **Alice Helena Campos Pierson**

Universidade Federal de São Carlos
São Carlos, São Paulo, Brasil
apierson@ufscar.br

Editora Responsável

Marta Máximo

Manifestação de Atenção às Boas Práticas Científicas e de Isenção de Interesse

Os autores declaram ter cuidado de aspectos éticos ao longo do desenvolvimento da pesquisa e não ter qualquer interesse concorrente ou relações pessoais que possam ter influenciado o trabalho relatado no texto.
