

Interação discursiva e argumentação dos alunos no ensino de física

RESUMO

Idmaura Calderaro Martins Galvão

idmaura@gmail.com
[0000-0002-5277-2024](tel:0000-0002-5277-2024)

Universidade Estadual Paulista, Bauru,
São Paulo, Brasil.

Isabel Cristina de Castro Kondarzewski

isabel.castro@unesp.br
[0000-0001-6244-7367](tel:0000-0001-6244-7367)

Universidade Estadual Paulista,
Guaratinguetá, São Paulo, Brasil.

Este trabalho traz alguns resultados acerca de uma pesquisa de doutorado com o objetivo de investigar a articulação entre o processo de interação discursiva e a formação de argumentos pelos alunos no Ensino de Física. Desenvolvemos o estudo, de cunho qualitativo, com uma turma de alunos da 2ª série do Ensino Médio, em uma escola pública do Estado de São Paulo, na qual a professora da turma é também a pesquisadora. Os dados foram constituídos durante um bimestre, por meio da filmagem das atividades e pela escrita de textos pelos alunos. Para a análise dos dados propomos o conceito de Linha de Raciocínio Argumentativo (LRA), com base no padrão de argumento de Toulmin (2006) e a ideia de Linha de Raciocínio apresentada por Martins e Justi (2017), juntamente com a ferramenta de Mortimer e Scott (2002), referentes aos processos argumentativo e discursivo, respectivamente. Os resultados evidenciaram o uso de conceitos de Física nas LRA, desencadeadas por meio do processo discursivo entre a professora-pesquisadora e os estudantes. Assim, temos indícios que a articulação entre o processo discursivo e argumentativo favoreceu a participação ativa dos alunos no processo de ensino e de aprendizagem de Física, fato que indica a contribuição deste trabalho para as discussões na área do Ensino de Física, referentes ao uso do processo discursivo e argumentativo em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Processo discursivo. Argumentação. Ensino de Física.

INTRODUÇÃO

A emergência do discurso argumentativo discente em sala de aula, como possibilidade de propiciar o desenvolvimento de competências relacionadas ao conhecimento científico tem sido alvo de investigações na área do Ensino de Ciências (e.g. RAMOS; MENDONÇA; MOZZER, 2019; SASSERON; SOUZA, 2019).

Ramos, Mendonça e Mozzer (2019) indicam que a participação dos alunos por meio de elementos de um ciclo argumentativo contribui para a aprendizagem de conceitos. Sasseron e Souza (2019) ressaltam que a função cultural (de comunicação) e a função psicológica (de pensamento) não se apresentam separadas. Assim, “sempre que falamos, temos que pensar sobre o que falamos; quando ouvimos, pensamos sobre aquilo que ouvimos” (SASSERON; SOUZA, 2019, p. 145,).

Dessa forma, o processo de argumentação no Ensino de Ciências tem sido investigado e difundido entre os pesquisadores como um dos eixos temáticos que favorecem a inserção ativa do aluno no processo de investigar e construir conhecimentos científicos. Nesse sentido, com a intenção de contribuir com as investigações acerca do processo de ensino e de aprendizagem direcionado para além da exposição de conceitos, temos o foco de ampliar o estudo acerca do processo de construção de argumentos por alunos do Ensino Médio e estabelecer relações com o processo de interação entre professor e alunos na dinâmica discursiva da sala de aula.

Diante disso, destinamos essa investigação com indagações sobre como acontece o processo discursivo e argumentativo em sala de aula e de que forma os alunos utilizam os conceitos de Física durante a argumentação. Defendemos a atuação ativa do professor, no sentido de exercer a função de provocar a interação discursiva no ambiente de sala de aula e, dessa maneira, engajar os alunos em um ambiente que facilite a construção de argumentos.

As atividades discursivas no âmbito da sala de aula de Ciências têm sido investigadas por diversos autores, como Mortimer e Scott (2002) que realizaram um estudo sobre essa temática e indicam uma ferramenta sociocultural para analisar o ensino, as interações e a produção de significado no Ensino de Ciências, na qual cinco aspectos estão interligados: intenções do professor, conteúdo, abordagem comunicativa, padrões de interação e intervenção do professor.

Os autores descrevem o tópico denominado “intenções do professor”, colocando os itens que subsidiam esta temática: criação de um problema; exploração da visão dos estudantes; introdução e desenvolvimento da aula ou a “estória científica”; condução dos estudantes no trabalho com as ideias científicas; suporte aos estudantes na aplicação das ideias científicas; e manutenção da narrativa. Com respeito ao campo destinado ao “conteúdo”, os autores apontam as categorias intituladas como descrição, explicação e generalização.

No tópico “abordagem comunicativa”, Mortimer e Scott (2002) explicitam a forma como o professor interage com os alunos em sala de aula. Nessa perspectiva, são indicados os tipos de discursos: dialógico, de autoridade, interativo e não interativo.

A abordagem dialógica define um processo em que o professor interage com o estudante de forma a permitir-lhe colocar sua ideia e seu ponto de vista. No viés

da abordagem de autoridade o professor considera as ideias dos discentes, no entanto, apenas com a visão do discurso científico, sendo que apenas a perspectiva científica é considerada. O discurso ainda é definido como interativo na medida em que há a participação de mais de uma pessoa e não interativo quando apenas uma pessoa conduz o discurso.

Esses “padrões de interação” podem ser combinados de quatro maneiras. O discurso é do tipo interativo / dialógico quando há mais de uma pessoa discorrendo sobre diversos pontos de vista. Em contrapartida, o processo é caracterizado no viés do discurso não interativo / dialógico quando há apenas uma pessoa na fala, mas há diversos pontos de vista sendo discutidos. Há ainda o discurso interativo / de autoridade, cuja principal descrição refere-se ao discurso entre mais de uma pessoa, no entanto, considera-se apenas uma perspectiva única, a científica. Por fim, no campo da interação não interativa / de autoridade há a fala de apenas uma pessoa, colocando um ponto de vista específico.

Com relação ao estudo acerca da temática “argumentação no Ensino de Ciências” há o interesse de pesquisadores em compreender a dinâmica argumentativa, principalmente no espaço formal da sala de aula (e.g. COSTA, 2008; SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014; MARTINS; JUSTI, 2017).

Costa (2008) indica a argumentação como um elo importante entre o aluno e a educação científica. A autora defende esse processo como pedagógico fundamental, pois as capacidades argumentativas são essenciais para entender o próprio desenvolvimento do conhecimento científico, e devem ser adquiridas por meio da prática, corroborando para o debate de questões sociocientíficas pelos cidadãos.

Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014) exploram algumas possibilidades de instrumento de ensino, por meio do esquema de argumento de Toulmin. Objetivando debater essa ideia, as autoras fazem um estudo de caso com alunos envolvidos em situações de aprendizagem mediadas por questões de caráter sociocientífico, e defendem a ideia de que as habilidades de argumentação possibilitam o desenvolvimento intelectual do educando.

Quando Toulmin (2006) discute o “layout dos argumentos” apresenta o item “padrão de um argumento” que inclui os seguintes elementos: dado (D), garantia (W), conclusão (C), conhecimento base (B), qualificador modal (Q) e refutador (R). O padrão de argumento de Toulmin, ou Toulmin’s Argument Pattern (TAP), é esquematizado na Figura 1.

Figura 1 – Elementos do argumento de Toulmin



Cada elemento é minuciosamente discutido por Toulmin (2006) de forma que são apresentadas distinções entre cada um deles. Acerca de dados (D) e conclusão (C), o autor indica que os dados são “fatos aos quais recorreremos como fundamentos para a alegação” e alegação é entendida como conclusão cujos “méritos estamos procurando estabelecer”.

A partir dessa intenção, Toulmin (2006) explicita a necessidade de apresentar proposições como “regras, princípios, licenças de inferência”, a fim de propiciar a passagem dos dados à alegação ou conclusão. Essas proposições são chamadas pelo autor de garantias (W). A figura 1 mostra a relação estabelecida entre os elementos: “D, já que W, então C”. O elemento “Q” ou qualificador modal, tem a função de dar qualidade à conclusão (C). O autor indica alguns exemplos de advérbios que em determinadas condições podem ser considerados qualificadores, como “necessariamente”, “presumivelmente” e “provavelmente”.

As condições de exceção, os elementos de refutação (R), os quais indicam “circunstâncias nas quais se tem de deixar de lado a autoridade geral da garantia”, ou “as condições excepcionais, capazes de invalidar ou refutar a conclusão garantida”. E o elemento intitulado como apoio (B) é discutido por Toulmin (2006), com a intenção de esclarecer situações ao questionamento acerca do motivo pelo qual “uma garantia tem de ser aceita, em geral, como garantia com autoridade”. O autor indica que o apoio para as garantias “pode ser expresso na forma de afirmações categóricas de fato”, diferentemente das garantias que são afirmações hipotéticas.

Pinochet (2015) aponta que o trabalho com o desenvolvimento de habilidades argumentativas, com base no modelo de Toulmin, requer um processo sistematizado e que exige a compreensão das características envolvidas nos argumentos produzidos pelos estudantes. O autor discorre sobre ajustes na estrutura apresentada por Toulmin, a fim de adequá-lo ao contexto de educação, como o trabalho de Bravo e Jiménez-Aleixandre (2009).

Assim, o padrão de argumento de Toulmin tem sido utilizado em diversos contextos, inclusive na área do Ensino de Ciências, com o uso de adequações, como Villani e Nascimento (2003), Motta e Motokane (2014) e Driver, Newton e Osborne (2000) que trazem adequações e limitações relacionadas aos elementos do padrão, principalmente com relação à criação de subcategorias relacionadas ao elemento de “dado” e ao aspecto de contextualização das interações individuais e sociais que ocorrem no âmbito da construção do argumento.

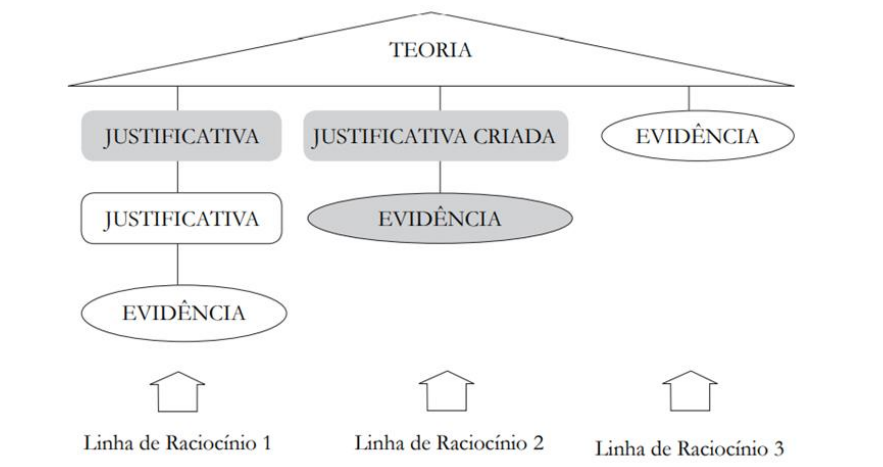
Com a finalidade de ampliar as discussões e contribuir para o uso adequado do padrão de argumento de Toulmin (2006), outros pesquisadores discutem fatores que influenciam o processo de argumentação, como Nascimento e Vieira (2008) que discorrem acerca das contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin, aplicadas as situações argumentativas à luz da análise da investigação com a formação de professores de Física.

Diante de discussões emergentes acerca do uso do modelo de argumento apresentado por Toulmin, para este estudo concordamos com Monteiro (2002), ao afirmar que a estrutura oportuniza a análise da construção do argumento, no viés da compreensão das relações lógicas entre os elementos. No entanto, consideramos que é necessário entender como o processo discursivo entre professor e aluno está naturalmente relacionado com a construção do processo argumentativo, embasado no modelo de argumento de Toulmin (2006).

Para este trabalho não realizamos adequações ao modelo de Toulmin, por tratar-se de uma investigação do processo discursivo entre professor e aluno na construção de argumentos, com a estruturação apresentada pelo autor. Dessa forma, defendemos a ideia de que a articulação entre a dinâmica discursiva e argumentativa pode favorecer a construção de conceitos de Física pelos alunos, sem haver necessidade de que eles entendam de maneira teórica o que é uma argumentação, mas que sejam agentes participativos no processo. Além disso, não enfatizamos a proposição de situações contraditórias pelo professor, por considerar que a prática cotidiana da sala de aula, nem sempre permite essas situações. Assim, a nossa perspectiva de estudo não considera o treinamento intencional dos alunos, mas sim o desenvolvimento de capacidades argumentativas por meio da prática discursiva em situações cotidianas da sala de aula.

Outro aspecto importante que desperta a nossa atenção é discutido por Martins e Justi (2017), no que se refere à necessidade de ferramentas que auxiliem a compreensão do raciocínio argumentativo dos estudantes. As autoras indicam que é necessário analisar “os padrões gerais de justificativas relacionados tanto ao conteúdo dos argumentos, quanto à estrutura dos mesmos” e propõem uma metodologia para avaliar argumentos controversos em aulas de Química, mas há indicação de sua utilização em outros contextos, conforme a estrutura de análise do raciocínio argumentativo, que indicam linhas de raciocínio, de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – Estrutura do argumento de Martins e Justi



Fonte: Martins e Justi (2017).

Conforme as autoras, o triângulo representa a afirmativa, sendo que as elipses de cor cinza indicam evidências elaboradas pelos estudantes e as elipses com fundo branco representam evidências retiradas de um texto. Os retângulos, de cor cinza e fundo branco, mostram as justificativas elaboradas pelos discentes e que são retiradas de um texto, respectivamente.

Para o contexto desta pesquisa, realizamos uma articulação entre a estrutura de Toulmin (2006) e a estrutura de raciocínio argumentativa utilizada por Martins e Justi (2017). A base do argumento permanece com a estruturação “Dado-Garantia-Conclusão”, sendo que os dados poderão ser fornecidos tanto pelo professor quanto pelo aluno. No entanto, para ser considerado um argumento

consistente do ponto de vista do conhecimento de Física, indicamos a necessidade do elemento de garantia (W) e/ou de apoio (B) estar (em) embasado (s) em algum conceito científico. O qualificador modal (Q) e a refutação (R) aparecem como o grau de “força” que há na passagem da garantia (W) para a conclusão (C) (TOULMIN, 2006), sendo a primeira com a função de qualificar e a segunda com o propósito de oferecer condições de exceção.

Propomos uma ferramenta para avaliar a complexidade das linhas de argumentos de acordo com níveis, que permite analisar se há fundamentação das garantias e /ou dos apoios, por meio dos conceitos de Física. Descrevemos as Linhas de Raciocínio Argumentativo (LRA) que propusemos para a nossa análise de dados no item relacionado à metodologia dessa pesquisa.

Investigamos tanto os dados escritos quanto os dados verbais produzidos nas discussões, considerando a premissa de que as ações interativas potencializam o engajamento dos estudantes no processo de ensino e de aprendizagem e buscamos respostas para o seguinte problema: Quais as potencialidades da díade “interação discursiva e argumentação” na formação de conceitos de Física pelos alunos?

Assim, os objetivos específicos constituem-se em: (a) analisar o processo discursivo, desencadeado entre professor e alunos durante atividades de Física; (b) analisar o processo de construção de LRA pelos estudantes; (c) verificar se a interação discursiva está associada com a argumentação construída pelos discentes e se está apoiada em conceitos de Física.

MÉTODOS

Essa pesquisa é de cunho quali-quantitativo e está direcionada à participação do pesquisador na constituição de dados, em um cenário natural da sala de aula.

Nessa perspectiva, o trabalho está estruturado nas análises do processo discursivo que acontece entre professor e alunos, com interesse no contexto em que a pesquisa está inserida e não apenas com seus resultados ou produtos (BOGDAN; BIKLEN, 1982).

Com a função de professora e pesquisadora da investigação, desenvolvemos com os alunos uma sequência de atividades e aplicamos em uma turma de 37 alunos, da 2ª série do Ensino Médio, em uma escola pública do Estado de São Paulo, na disciplina de Física, durante o 3º bimestre do ano de 2017.

Esses discentes tinham a faixa etária por volta dos 16 anos de idade, sendo 20 alunos e 17 alunas e já estavam acostumados com a professora e com a sua metodologia de ensino, relacionada com a promoção de ambientes favoráveis para a interação e diálogo entre a docente e os alunos. Eles não foram explicitamente treinados a argumentar, mas já participavam de atividades com esta finalidade, pois a professora-pesquisadora teve como princípio pedagógico propiciar aos alunos momentos em que pudessem interagir e participar de maneira ativa, por meio de questionamentos, debates, escrita de textos, resolução de problemas e construção de experimentos, entre outras atividades.

A escolha do tema “máquinas térmicas” partiu da necessidade de acompanhar o currículo oficial do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2011), para a disciplina de Física, e continua sendo abordado até os dias atuais no currículo paulista (SÃO

PAULO, 2020). Diante dessa temática, analisamos o perfil dos estudantes e, no início de 2017, iniciamos o trabalho de levantamento de ideias e materiais para o desenvolvimento da proposta.

Começamos a investigação com o levantamento das ideias iniciais dos alunos, com a promoção de um processo discursivo, em que a professora-pesquisadora conduziu a atividade por meio de uma sequência de questionamentos aos alunos. Após essa fase, houve a realização de atividades de demonstração.

Dessa forma, os dados foram constituídos pelas filmagens das atividades e por textos e respostas escritas pelos alunos. Escolhemos apresentar neste trabalho, os resultados de duas atividades que foram desenvolvidas com os alunos em sala de aula e estão explicitados no Quadro 1.

Quadro 1 – Classes de abordagem comunicativa de Mortimer e Scott (2002)

Atividade	Descrição	Quantidade de alunos participantes	Duração e período de realização
1- Levantamento das ideias iniciais dos alunos	A atividade teve o propósito de levantar as ideias iniciais dos alunos sobre o tema “Máquina Térmica”, em que houve duas partes: na primeira os discentes, reunidos em grupos de três ou duas pessoas, responderam um questionário escrito, antes de acontecer qualquer processo discurso com a professora-pesquisadora; na segunda parte os alunos participaram de um processo discursivo entre os colegas da classe e a professora-pesquisadora, colocando suas ideias iniciais sobre o tema máquina térmica.	31	100 minutos no período da manhã.
2- Atividade experimental de demonstração	Trabalho com atividades experimentais de demonstração com os temas “Máquina de Heron” e “Turbina a vapor”. Os alunos participaram do processo discursivo com a professora-pesquisadora, acerca dos procedimentos realizados e conceitos envolvidos no funcionamento das máquinas térmicas durante experimentos. Ao final da atividade, os estudantes produziram dados escritos colocando suas ideias acerca das atividades realizadas. Nessa etapa, a função da professora-pesquisadora foi de mediar o processo discursivo, introduzindo os conceitos de Física relacionados ao funcionamento de uma máquina térmica.	36	100 minutos no período da manhã

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essas duas atividades foram realizadas em dois encontros, com um intervalo de 7 dias um do outro. Dessa forma, a quantidade de alunos presentes na primeira atividade é diferente da segunda atividade. Assim, no primeiro encontro, houve participação de 31 alunos, pois os outros 6 alunos faltaram no dia da atividade. No segundo encontro, um aluno da classe não estava presente.

Para a análise dos dados coletados nessas atividades, utilizamos a ferramenta de Mortimer e Scott (2002), referente às classes de abordagem comunicativa, isto é, Interativo/Dialógico, Interativo/de autoridade, Não-interativo/Dialógico e Não-interativo/ de autoridade.

Para a análise referente ao processo argumentativo propomos o modelo de LRA, cujo embasamento refere-se ao padrão de argumento de Toulmin e as ideias de linhas de raciocínio de Martins e Justi (2017), conforme sintetizamos no Quadro 2:

Quadro 2 – Linha de Raciocínio Argumentativo (LRA) de grau forte, médio e fraco, com os respectivos níveis

Níveis da LRA	Elementos do TAP	Embasamento em conceito de Física (SIM ou NÃO)	Grau (Forte, Médio ou Fraco)
LRA_n11	D, W, C, B, Q e R	SIM	Forte
LRA_n10	D, W, C, B, Q ou D, W, C, B, R	SIM	Forte
LRA_n9	D, W, C, B	SIM	Forte
LRA_n8	D, W, C, Q	SIM	Forte
LRA_n7	D, W, C	SIM	Forte
LRA_n6	D, W, C, B, Q e R	NÃO	Médio
LRA_n5	D, W, C, B, Q ou D, W, C, B, R	NÃO	Médio
LRA_n4	D, W, C, B	NÃO	Médio
LRA_n3	D, W, C, Q	NÃO	Médio
LRA_n2	D, W, C	NÃO	Médio
LRA_n1	D, C	NÃO	Fraco
LRA_n0	D	NÃO	Fraco

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Quadro 2 mostra a classificação de cada LRA, juntamente com a descrição dos elementos do padrão de Toulmin (2006) referente ao embasamento em conceitos de Física e a indicação em níveis e graus de força de cada LRA. Por exemplo, no nível 11, a linha de raciocínio argumentativo (LRA_n11) é caracterizada como forte, devido a presença de todos os elementos do padrão de Toulmin (2006), articulados de maneira a sustentar a conclusão ou ideia formada

e há embasamento a partir dos conceitos de Física, dando suporte à garantia e ao apoio.

Dessa forma, todos os casos explicitados no Quadro 2, indicam a construção de uma ideia com raciocínio argumentativo, dentro da perspectiva da lógica do padrão de Toulmin (2006). No entanto, acrescentamos a questão de LRA, a fim de analisar o processo argumentativo de maneira mais completa e contextualizada com os conceitos de Física.

A seguir, descrevemos alguns resultados acerca das atividades que foram realizadas com os alunos, juntamente com as discussões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3 apresentamos as respostas escritas dos alunos para algumas perguntas, com a finalidade de levantamento de suas ideias iniciais, juntamente com as análises na perspectiva de LRA, conforme foi apresentado anteriormente no Quadro 2.

Neste trabalho, escolhemos apresentar as análises de uma questão que possibilitam uma visão geral do tema que foi desenvolvido com os estudantes, por meio de uma amostra de dados de quatro grupos, em que a participação dos alunos foi frequente no processo discursivo desencadeado no decorrer das atividades. Assim, cada grupo contém pelo menos um estudante que participou ativamente nessa interação com a professora-pesquisadora.

Quadro 3 – Ideias iniciais dos alunos, acerca do conceito de máquina térmica

Grupo de alunos	Questão	Respostas dos alunos	LRA
G1: Alunos 1, 2, 3;	O que é uma máquina térmica (D)?	<i>G1: Máquina térmica é toda tecnologia que produz calor através da energia (C).</i>	LRA_n1
G2: Alunos 4, 5 e 6.		<i>G2: É tudo que produz calor ou frio (D). Por isso tem a ver com temperatura (C).</i>	LRA_n1
G3: Alunos 7, 8;		<i>G3: É uma máquina que utiliza temperatura para realizar suas funções. (C).</i>	LRA_n1
G4: Alunos 10, 11 e 12.		<i>G4: Uma máquina térmica pode gerar ou reter calor (C).</i>	LRA_n1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Verificamos que nos textos escritos pelos alunos, houve quatro linhas de raciocínio argumentativo (LRA) de grau fraco, nível 1. Essa situação deve-se ao fato de que os alunos puderam apenas colocar suas ideias iniciais acerca da temática, mas sem participar de nenhum processo interativo com a professora-pesquisadora.

Após essa etapa, os estudantes foram convidados a socializar suas ideias iniciais com os colegas e com a professora-pesquisadora, com a intenção de explorar a visão dos estudantes e trabalhar os significados dos termos que foram colocados durante a interação discursiva, numa abordagem interativa dialógica (MORTIMER; SCOTT, 2002), pois os momentos de interação entre professora e

alunos favoreceram o levantamento de ideias iniciais dos alunos em diferentes pontos de vista. A seguir, apresentamos um primeiro recorte de falas e suas análises de acordo com o padrão de argumento de Toulmin (2006), a fim de realizar a classificação do tipo da LRA. A professora-pesquisadora é representada pela letra P e os alunos pela letra Ax, onde x é um número que representa cada discente.

As falas que seguem, mostram a conversa entre a professora-pesquisadora e os alunos acerca da ideia de máquina térmica.

P: Hoje é só para vocês apresentarem suas ideias. Não se preocupem se suas ideias estão certas ou não, o importante é você participar. Para vocês o que é uma máquina térmica?

A1: É uma máquina que produz calor através de energia (D)

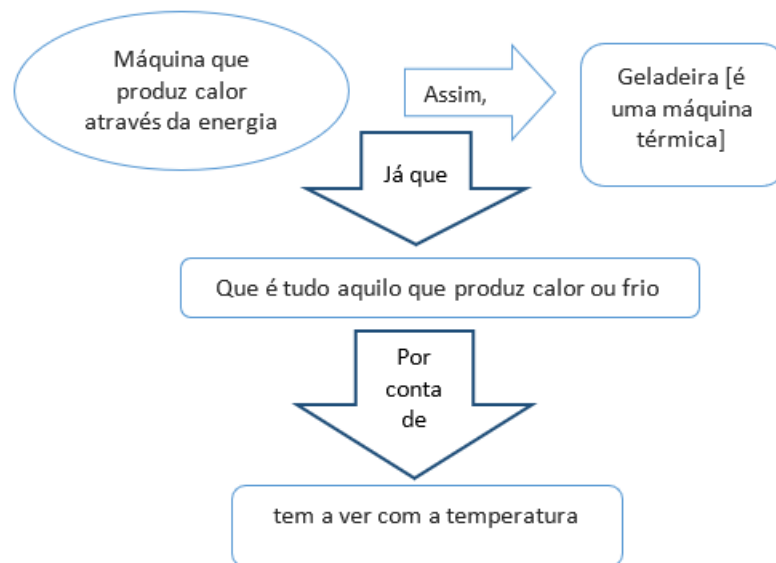
A4: Geladeira é uma máquina térmica (C)

P: Para esse grupo aqui que falou da geladeira, por que vocês acham que é uma máquina térmica?

A4: Que é tudo aquilo que produz calor ou frio (W), pois tem a ver com a temperatura (B).

Para analisar esse trecho do discurso, montamos a Figura 3, de acordo com os elementos do padrão de Toulmin (2006).

Figura 3 – Análise de episódios das transcrições do 1º recorte de discussões na primeira atividade, com a esquematização da estrutura do argumento



Fonte: Elaborado pelos autores.

Houve a emergência da estrutura “Dado (D), Garantia (W), Conhecimento base (B) e Conclusão (C)”, conforme a estrutura de Toulmin (2006), em que a LRA foi construída em conjunto pelos discentes durante o processo discursivo, havendo a inserção de um dado (D) e a formação de uma conclusão (C), sustentada por uma garantia (W) e pelo elemento de conhecimento base (B). Essa estruturação se configurou a partir das ideias iniciais dos alunos, tendo em vista que foi o primeiro momento em que o tema foi discutido com a interação da professora-pesquisadora no viés interativo-dialógico, mas sem a definição de conceitos de Física. Assim, essa LRA é classificada com o nível 4 e grau médio.

Em outro recorte do levantamento de ideias iniciais, os alunos são questionados acerca dos conceitos físicos envolvidos no funcionamento de uma máquina térmica, como mostram as falas abaixo.

P: E sobre os princípios físicos que estão envolvidos no funcionamento da máquina térmica. O que vocês imaginaram? Por exemplo, no caso da geladeira (D), o que vocês colocaram?

A4: O fato dela (a geladeira) tirar calor dos alimentos (W)

A2: Por isso, energia, calor e temperatura (C)

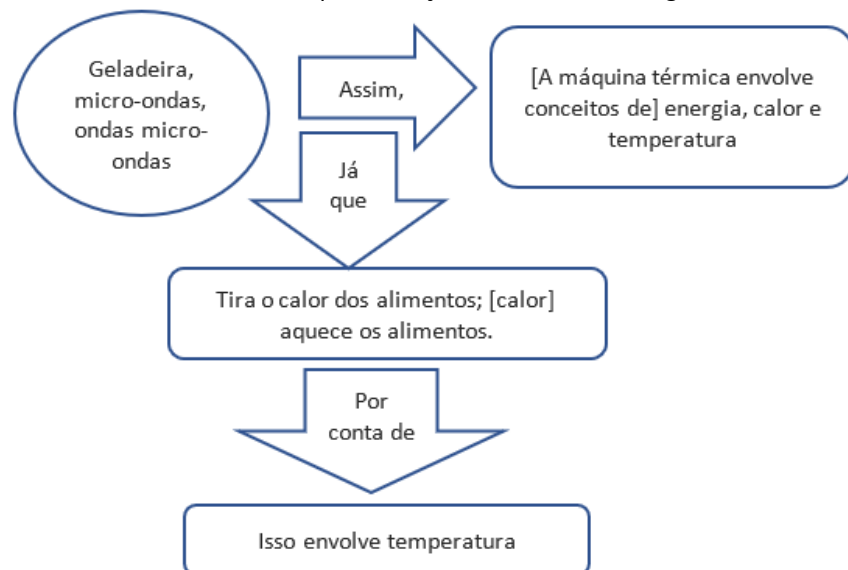
A7: É. Nós colocamos que o micro-ondas produz micro-ondas (D), pois aquece os alimentos (W)

A8: E isso envolve temperatura (B)

Nesse processo discursivo entre professora-pesquisadora e alunos, houve a formação de um discurso no viés interativo/dialógico, em que as intenções da professora se limitam a explorar as ideias dos estudantes, acerca do funcionamento de uma máquina térmica e os possíveis princípios físicos envolvidos.

De acordo com o padrão de Toulmin (2006), verifica-se a formação de um argumento com a estruturação indicada pela Figura 4.

Figura 4 – Análise de episódios das transcrições do 2º recorte de discussões na primeira atividade, com a esquematização da estrutura do argumento



Fonte: Elaborado pelos autores.

Por meio dessa análise, é possível identificar que a LRA formada pelos estudantes possui nível 4 e grau médio, pois os estudantes apenas colocaram os conceitos de calor e temperatura, não havendo uma explicação aprofundada desses conceitos.

A seguir apresentamos o primeiro recorte de falas e respectivas análises da segunda atividade, realizada em mais duas aulas, com a finalidade de trabalhar com os alunos o tema “Máquinas térmicas e a termodinâmica”, por meio de uma atividade experimental de demonstração, intitulada “a máquina de Heron”.

parte mais quente e vai fluir para a região mais fria do sistema. Então podemos identificar duas partes importantes do sistema. A lamparina é qual fonte?

A11: Quente **(D)**

P: E precisamos da fonte fria, para que exista esse fluxo de calor. A máquina tem que produzir alguma coisa?

A13: Produz vapor **(D)**

P: E esse vapor está ocasionando o que?

Alunos: Movimento **(D)**

P: E devido a esse movimento, dizemos na física que há a realização de trabalho. Agora vamos organizar as ideias formadas sobre máquina térmica. O que a máquina térmica precisa para funcionar?

Alunos: Calor

A7: Energia **(D)**

P: Esse calor precisa do que para ele fluir?

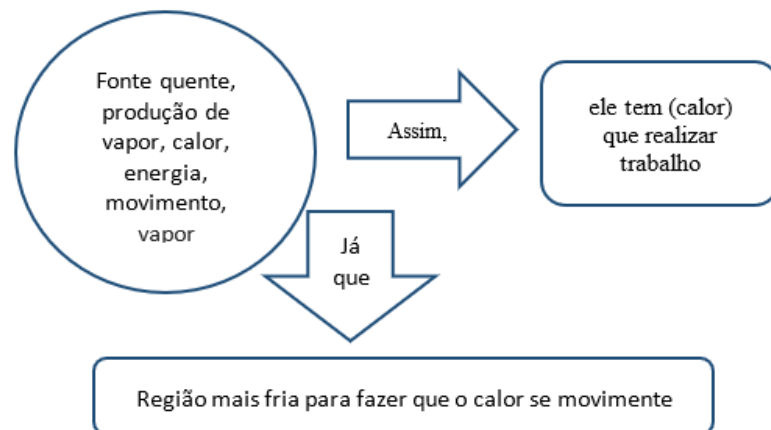
A1: Região mais fria para fazer que o calor se movimente **(W)**

P: E a partir desse calor, o que tem que acontecer?

A10: [Assim] Ele tem que realizar um trabalho **(C)**

A Figura 5 representa a nossa análise desse trecho de falas, na perspectiva de Toulmin (2006).

Figura 5 – Análise de episódios das transcrições do 1º recorte de discussões da segunda atividade, com a esquematização da estrutura do argumento



Fonte: Elaborado pelos autores.

No viés do padrão de LRA proposto anteriormente, classificamos essa LRA com grau forte e nível 7 (LRA_n7), pois houve a presença da estrutura básica “Dado – Garantia - Conclusão”, em que a garantia apresentada está relacionada ao conceito físico relacionado ao movimento de calor devido a existência de uma região fria, fato que ocasiona a realização de trabalho. Assim, a estrutura “D-W-C” está apoiada em um conhecimento de Física.

Dessa forma, alguns conceitos importantes acerca de uma máquina térmica foram discutidos, de maneira interativa/de autoridade, pois os discentes foram questionados com a finalidade de chegar a um ponto de vista específico sobre a definição de uma máquina térmica.

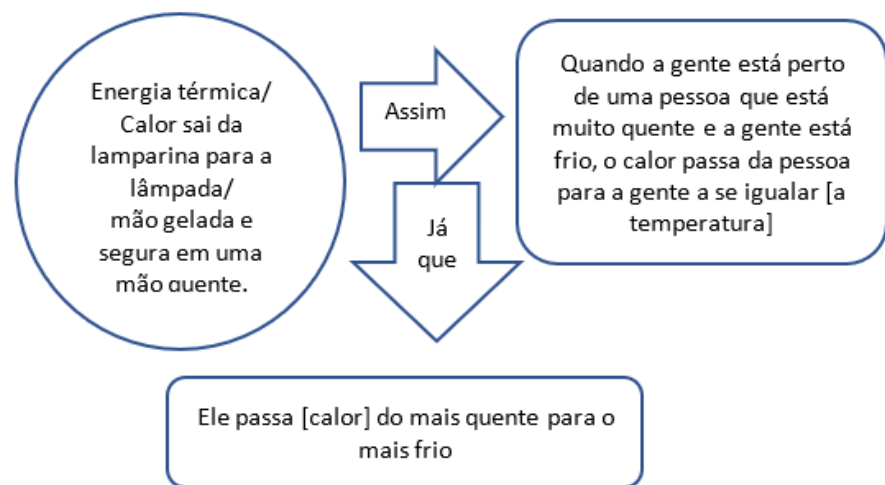
Em um segundo recorte do discurso, a professora-pesquisadora faz uma intervenção, checando o entendimento dos estudantes, conforme as falas a seguir:

P: Agora vamos voltar à ideia de calor, a energia térmica **(D)**. [inserido pelos alunos 1 e 8 anteriormente]. Ele sai de onde?

Alunos: Da lamparina [calor sai da lamparina] **(D)**
 P: É a fonte de calor, a fonte quente. E esse calor vai fluir para onde?
 A7: Para a água, para a lâmpada **(D)**
 P: Então, esse calor, essa energia, vai para onde?
 A7: É uma condução
 P: É uma energia que vai se conduzir para onde?
 A1: Ele passa do mais quente para o mais frio **(W)**
 A13: É tipo quando você está com a mão gelada e segura em uma mão quente **(D)**
 A4: Quando a gente está perto de uma pessoa que está muito quente e a gente está frio, o calor passa da pessoa para a gente e se igualar **(C)**.

A Figura 6 representa a análise das falas pelo padrão de Toulmin (2006).

Figura 6 – Análise de episódios das transcrições do 2º recorte de discussões da segunda atividade, com a esquematização da estrutura do argumento



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os estudantes colocaram dados e formaram uma conclusão acerca da ideia de calor como uma forma de energia sendo transferida de um corpo para outro, devido a uma diferença de temperatura (quente e frio), formando uma LRA de grau forte e nível 7.

Após o processo discursivo desenvolvido entre a professora-pesquisadora e os alunos, eles realizaram a escrita de um pequeno texto, colocando as suas considerações acerca dos conceitos trabalhados durante a aula. Apresentamos no Quadro 4, alguns textos dos grupos de alunos que tiveram participação boa na atividade.

Quadro 4 – Textos escritos pelos alunos acerca de uma máquina a vapor

Grupos de alunos	Comando: Elaborar uma explicação física para o funcionamento de uma máquina a vapor	LRA
Grupo 1: A1, A2 e A3	A latinha com fogo (D) passa calor para a latinha com água (W) através da convecção (B) , assim acontecendo a ebulição da água e através do vapor faz girar (C) , se assim for [provavelmente] gera energia (Q) .	LRA_n10

G2: Alunos 4, 5 e 6	<i>Ao queimar combustível (D), transforma líquido em vapor (W) e assim produzindo trabalho (movimento)(C).</i>	LRA_n7
Grupo 3: A7 e A8	<i>Uma máquina a vapor possui uma fornalha na qual se queima carvão, óleo, madeira ou algum outro combustível para produzir energia calorífica, a fim de realizar trabalho (D). O calor proveniente da queima do combustível leva a água a transformar-se em vapor no interior de uma caldeira (W). O vapor expande-se e ocupa um espaço muitas vezes maior que o ocupado pela água (B), sendo assim aproveitado de forma que acione uma turbina que [certamente] gera trabalho (Q).</i>	LRA_n10
Grupo 4: A10, A11 e A12	<i>Todas as máquinas térmicas (D) funcionam baseadas no princípio de que o calor é uma forma de energia (W), ou seja, pode ser utilizado para realizar trabalho (C) e seu funcionamento obedece às leis da termodinâmica (B). No caso da máquina a vapor, quem faz trabalho é o vapor de água com alta pressão e alta temperatura (Q).</i>	LRA_n10

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses resultados apresentados no Quadro 4 mostram que houve a emergência de LRA com grau forte e com níveis 7 e 10.

Fazendo uma análise da LRA surgidas durante o processo discursivo ocorrido na primeira atividade e na segunda atividade, houve a emergência de LRA com níveis 4 e níveis 7, respectivamente. Assim, houve o aprimoramento nos níveis das LRA apresentadas pelos estudantes.

Analisando os dados dos textos escritos pelos estudantes, a tabela 1 representa uma comparação entre o nível das LRA dos grupos de alunos antes e após o processo discursivo desenvolvido durante as duas atividades.

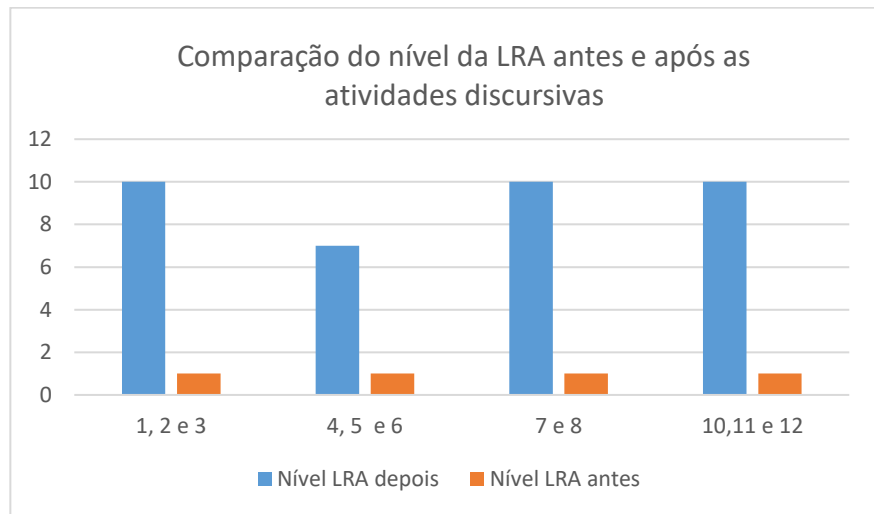
Tabela 1 – Comparação das LRA antes e após o processo discursivo que foi desencadeado nas atividades

Alunos	LRA antes das atividades	LRA depois das atividades
1, 2 e 3	LRA_n1	LRA_n10
4, 5 e 6	LRA_n1	LRA_n7
7, 8	LRA_n1	LRA_n10
10, 11 e 12	LRA_n1	LRA_n10

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses resultados também evidenciam o aprimoramento do nível de qualidade das LRA nos textos escritos dos alunos, como fica evidente por meio da Figura 7:

Figura 7 – Nível das LRA antes e depois das atividades discursivas



Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim, vemos que esses quatro grupos de alunos desenvolveram de forma profícua a escrita dos textos, contendo um embasamento em conceitos de Física que foram desenvolvidos durante o processo discursivo entre a professora-pesquisadora e os alunos.

CONSIDERAÇÕES

Os resultados evidenciaram a participação dos discentes durante o processo discursivo com a professora-pesquisadora. Na fase de levantamento de ideias iniciais, os alunos participaram de maneira expressiva, e colocaram ideias que relacionavam os conceitos de calor e temperatura, mas sem nenhuma definição sobre esses conceitos.

Os discentes escreveram suas ideias iniciais e depois foram convidados a interagir com a professora-pesquisadora e com os colegas da classe. Percebemos que os resultados escritos dos alunos tiveram um nível de qualidade baixo e sem nenhum embasamento em conceitos de Física, pois eles não haviam participado de nenhuma orientação e nem discussão acerca dos assuntos. Desse modo, houve o levantamento de dados e formação de breves conclusões que foram muito importantes para a continuidade da atividade seguinte, em que os alunos puderam socializar suas ideias por meio do processo discursivo com a professora-pesquisadora, em que houve um discurso com a predominância da abordagem comunicativa com a dimensão interativa/dialógica, em que professor e alunos exploraram ideias, formularam perguntas autênticas e exploram diferentes pontos de vista (MORTIMER; SCOTT, 2002). Também observamos que o processo discursivo ocorrido na socialização das ideias dos estudantes, propiciou uma melhoria no nível das LRA apresentadas pelos estudantes, pois inicialmente no questionário houve apenas LRA de nível 1 e durante o processo discursivo os estudantes formaram LRA de nível 4.

Na segunda atividade o processo discursivo foi categorizado, no geral, com o padrão dialógico/de autoridade, em que “professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo

de chegar a um ponto de vista específico” (MORTIMER; SCOTT, 2002). Os resultados mostraram que houve o surgimento de LRA com grau forte nos argumentos formados durante o processo discursivo e nos argumentos escritos pelos alunos, uma vez que houve a fundamentação em conceitos de Física relacionados aos processos de convecção, ebulição da água, expansão do vapor, calor como forma de energia, com referências às leis da termodinâmica, movimentação das moléculas de água e transformação em vapor com alta pressão. Assim, esse aprimoramento no grau das LRA nas discussões orais e nos textos dos estudantes parece ser fruto da intervenção da professora/pesquisadora durante o processo discursivo, fato que evidencia a relevância do processo de interação discursiva para a formação de argumentações pelos estudantes.

A junção do padrão de Toulmin (2006) com a ideia de linhas de Raciocínio de Martins e Justi (2017) nos possibilitou analisar os argumentos dos alunos ou grupo de alunos de maneira mais completa e eficaz, pois foi possível analisar todas as possibilidades de estruturação dos elementos de Toulmin, conectadas com o contexto em que as ideias surgiram.

Dessa forma, há indícios de que a díade “interação discursiva e argumentação” está articulada com a formação de conceitos de Física, uma vez que houve a emergência de LRA com bons níveis de qualidade durante as discussões ocorridas de forma oral e na escrita de textos pelos estudantes, ou seja, argumentos em que a garantia (W) e/ou conhecimento base (B) estavam fundamentados em conceitos de Física.

De forma geral, o uso de atividades com foco na interação discursiva e argumentação pode ser uma metodologia viável a ser aplicada em diversos contextos, até mesmo como uma opção para o processo de ensino e aprendizagem em tempos de aulas remotas, desde que existam condições e/ou ferramentas que possam propiciar ao professor e alunos um espaço adequado para que as interações sejam desencadeadas.

STUDENTS' DISCURSIVE INTERACTION AND ARGUMENTATION DURING PHYSICS TEACHING

ABSTRACT

This work presents some results of a study carried out in a doctorate program aiming to investigate the articulation between the discursive interaction process and the formation of arguments by students in physics classes. This is a qualitative study developed with a group of students in the 2nd grade of high school, in a public school in the State of São Paulo, in which the teacher of the class is also the researcher. The data was collected throughout a two-month period, and consisted of videoed activities and texts written by the students. The data analysis was carried out based on the concept of the Argumentative Reasoning Line (ARL), following Toulmin's (2006) argument pattern and the idea of the Reasoning Line presented by Martins and Justi (2017), along with the Mortimer and Scott tool (2002), referring to the argumentative and discursive processes, respectively. Our results revealed the use of concepts of physics in the ARL, triggered by the discursive process between the teacher-researcher and the students. Thus, we have evidence that the articulation between the discursive and argumentative process favored the students' active participation in the teaching and learning process of physics, a fact that indicates the contribution of this work to the discussions in the area of physics teaching, regarding the discursive and argumentative process use in the classroom.

KEYWORDS: Discursive process. Argumentation. Physics teaching.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora, 1982.

BRAVO, B.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Criamos leones en granjas? Uso de pruebas y conocimiento conceptual en un problema de acuicultura. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 8., 2009, Barcelona. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, 2009. Número extra.

COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 46, n.5, p. 1-8, 2008.

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

MONTEIRO, M. A. A. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais**: um estudo do discurso do professor e as argumentações produzidas pelos alunos. 204f. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência-Área de concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.

MARTINS, M. JUSTI, R. Uma nova metodologia para analisar raciocínios argumentativos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

MORTIMER, E.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MOTTA, A. E. M.; MOTOKANE, M. T. O uso de dados empíricos na construção de argumentos escritos em aulas de ciências naturais. **Revista da SBEnBio**, Niterói, n. 7, p. 420-431, 2014.

NASCIMENTO, S.; VIEIRA, R. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 1-20, 2008.

PINOCHET, J. El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 2, p. 307-327, 2015.

RAMOS, T. C.; MENDONÇA, P. C. C.; MOZZER, N. B. Argumentação de estudantes na criação e crítica de analogias sobre o Modelo Atômico de Thomson. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 607-624, 2019.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S.L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Revista Ensaio**, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. 1. ed. São Paulo: SE, 2011.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação de São Paulo. **Currículo Paulista**. São Paulo: SEE, 2020.

SASSERON, L. H.; SOUSA, T. N. O engajamento dos estudantes em aula de física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 139-153, 2019.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: Uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino médio. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 8, n. 3, IFURGS, Porto Alegre, 2003.

Recebido: 05 jan. 2021.

Aprovado: 10 nov. 2021.

DOI: 10.3895/rbect.v14n3.13677

Como citar: GALVÃO, I. C. M.; KONDARZEWSKI, I. C. C. Interação discursiva e argumentação dos alunos no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.14, n. 3, p. 123-141, set./dez. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/13677>>. Acesso em: XXX.

Correspondência: Idmaura Calderaro Martins Galvão - idmaura@gmail.com

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

