

## Artigo

# Qualidade argumentativa no ensino de física por investigação

## Argumentative quality in physics teaching per Inquiry

## Calidad argumentativa em la enseñanza de la física por investigación

Juliana Rosa Alves Borges<sup>1</sup>, Sandro Rogério Vargas Ustra<sup>2</sup>

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia - MG, Brasil

### Resumo

Neste artigo são abordados resultados de uma pesquisa que teve como propósito principal avaliar práticas pedagógicas que tornassem o ensino de física mais dinâmico e atrativo. Assim, constituiu-se o problema central: Qual o papel da argumentação na perspectiva do Ensino por Investigação (EI)? Numa abordagem qualitativa, utilizaram-se princípios da pesquisa-ação, tendo como objeto de análise a interação professor-aluno no ambiente do EI com vistas ao desenvolvimento da argumentação nas aulas de física. Foram desenvolvidas atividades didáticas em grupos de estudantes, sendo que os próprios escolheram seus integrantes e o tema a ser investigado. A partir de um tópico inicial, cada grupo constituiu um problema para guiar seus esforços. Realizou-se uma sondagem sobre os conhecimentos prévios dos alunos a fim de que a professora organizasse a ajuda ajustada e a monitoria nos formatos presencial e virtual. Os dados foram coletados durante o acompanhamento das atividades no diário da prática pedagógica e na apresentação dos seminários por meio de gravação em áudio. Na análise do material foram integrados elementos da Análise de Conteúdo e do Padrão Argumentativo de Toulmin. Destaca-se a promoção do protagonismo estudantil e da qualidade argumentativa nesse contexto do EI. Propõe-se também uma discussão/reflexão sobre os sentidos dados à prática docente nessa perspectiva.

### Abstract

In this article we approach a research result which has as its main purpose to evaluate pedagogical practices that could become the physics teaching more attractive and dynamic. Like this, we constitute our main problem: what role does the argumentation plays in Teaching per Inquiry (TI)? In this qualitative approach, we used research-action principles having as purpose a better teacher-student interaction in the TI environment, aiming to develop the argumentation in the physics'classes. Didactic activities were developed in groups of students, and the students themselves chose their members and the topic to be investigated. From an initial topic, each group constituted a problem to guide their efforts. A survey was conducted on students' previous knowledge in order for the teacher to grant adjusted help and organize monitoring in presental and virtual formats. Data were collected during the monitoring in the pedagogical practice diary and in the presentation of the seminars through audio recording. In the analysis of the material, elements of Content Analysis and Toulmin's

<sup>1</sup> Mestre em Educação e doutoranda em Educação pela UFU. Professora da rede pública estadual de Minas Gerais e pesquisadora na Universidade Federal de Uberlândia. Orcid id: [orcid.org/0000-0002-8173-0093](https://orcid.org/0000-0002-8173-0093). E-mail: [julianalvesborg@hotmail.com](mailto:julianalvesborg@hotmail.com).

<sup>2</sup> Doutor em Educação pela USP. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia. Líder do Grupo de Pesquisa na Formação de Professores de Física (GPPFF). ORCID id: [orcid.org/0000-0003-3686-8664](https://orcid.org/0000-0003-3686-8664). E-mail: [svustra@ufu.br](mailto:svustra@ufu.br).



Argumentative Pattern were integrated. The promotion of the students' protagonism and of the argumentative quality in this context on TI. A discussion/reflection on the meanings given to teaching practice in this perspective is also proposed.

### Resumen

En este artículo se discuten los resultados de una investigación que tuvo como objetivo principal evaluar prácticas pedagógicas que harían más dinámica y atractiva la enseñanza de la física. Así, se constituyó el problema central: ¿Cuál es el papel de la argumentación en la perspectiva de la Enseñanza por Indagación (EI)? En un enfoque cualitativo, se utilizaron los principios de la investigación acción, teniendo como objeto de análisis la interacción profesor-alumno en el entorno de la EI, con miras al desarrollo de la argumentación en las clases de física. Las actividades didácticas se desarrollaron en grupos de estudiantes, y los propios eligieron a sus integrantes y el tema a investigar. A partir de un tema inicial, cada grupo constituyó un problema para orientar sus esfuerzos. Se realizó una encuesta sobre los conocimientos previos de los estudiantes a fin de que la profesora les otorgara una ayuda ajustada y organizar el seguimiento en formatos presenciales y virtuales. Los datos fueron recolectados durante el seguimiento en el diario de prácticas pedagógicas y en la presentación de seminarios mediante la grabación de audios. En el análisis del material se integraron elementos de Análisis de Contenido y Patrón Argumentativo de Toulmin. Se destaca la promoción del protagonismo estudiantil y la calidad argumentativa en este contexto de SI. También se propone una discusión / reflexión sobre los significados dados a la práctica docente en esta perspectiva.

**Palavras-chave:** Educação, Currículo, Ensino de Física.

**Keywords:** Education, Curriculum, Physics teaching.

**Palabras claves:** Educación, Currículum, Enseñanza de la Física.

### Introdução

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCN) indicam que a atual estrutura do Ensino Médio não consegue atender às necessidades dos estudantes e que apresenta dificuldades em corresponder às expectativas sociais em relação ao preparo para o exercício da cidadania e ao mundo do trabalho (Brasil, 2013). Apontam para a importância de um ensino que acompanhe o crescimento econômico e tecnológico do país, formando profissionais capacitados nos mais diversos setores. Destarte, o Plano Nacional de Educação 2014 - 2024 (Brasil, 2014) busca articular um cenário de possibilidades para a educação sistêmica através da implantação de modificações a fim de melhorar a qualidade do ensino ofertado com vistas ao atendimento plural, à formação científica, humana, cultural e profissional.

No âmbito da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a importância da física para uma formação voltada ao exercício pleno da cidadania é enfatizada em documentos oficiais, através do ensino de seus conceitos, modelos, fenômenos e processos físicos (Brasil, 2018). Os conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) abordados numa perspectiva de contextualização permitem ao aluno se posicionar e agir frente às questões sociais e/ou históricas relativas a fenômenos naturais e tecnológicos. Assim, o ensino de física pautado na concepção do sujeito social



requer o debate sobre diferentes situações contemporâneas e a compreensão da estrutura e especificidades do pensamento científico.

Apesar das suas amplas potencialidades formativas, percebem-se problemas de ordem prática. Nota-se, por parte dos discentes, uma grande dificuldade em reconhecer a utilidade dos conteúdos trabalhados, evidenciando-se um desinteresse generalizado. Uma das principais queixas é a priorização dos cálculos em detrimento da teoria e da prática. Os métodos tradicionais (ensino por transmissão) costumam ser implementados sem que haja reflexão crítica quanto à sua efetividade em termos de aprendizagem. Isso se reflete nos resultados de aprendizagem e tem sido apontado por inúmeras pesquisas cujos efeitos infelizmente não alcançam a sala de aula (Moreira, 2021).

Por conseguinte, Clement (2013) realça que os problemas encarados no campo do ensino de física relacionam-se principalmente à falta de diálogo entre professores e alunos, saberes escolares e questões cotidianas. Nas práticas pedagógicas, o aluno aparece como mero coadjuvante, apenas recebendo informações que nem sempre são de seu interesse e que não despertam sua curiosidade em nenhum aspecto. A pergunta que mais se ouve é: “Para que eu vou precisar saber isso?”. Tal panorama nos leva a refletir sobre os caminhos trilhados pelos envolvidos nesse processo de ensino-aprendizagem e qual seria a atuação expectável de cada um.

Perante o exposto, defende-se nesse estudo uma relação dialógica entre professor e aluno, primando por uma pedagogia relacional que se articula com a epistemologia construtivista. Assim, constitui-se o problema de pesquisa: Qual o papel da argumentação na perspectiva do Ensino por Investigação?

O realce na habilidade argumentativa deve-se à amplitude de seu significado em diversas áreas do conhecimento e também ao fato de que, conforme sinaliza Ferraz (2015), a maioria dos discentes demonstra dificuldades em expressar claramente o conhecimento formal ou o que entende dele. Já o Ensino por Investigação é destacado por permitir ao aluno não apenas o acesso ao conhecimento científico, mas a compreensão de como se produz e qual sua natureza. Scarpa, Sasseron e Silva (2017) ressaltam que estas duas ênfases corroboram para o envolvimento e participação ativa do estudante em todas as etapas pedagógicas previstas no processo de ensino-aprendizagem.

Diante desse quadro, o objetivo principal da pesquisa foi compreender o desenvolvimento da argumentação em atividades didáticas de caráter investigativo em uma turma de física do Ensino Médio. Assim, configuraram-se como objetivos específicos desenvolver e acompanhar atividades didáticas (AD) de caráter investigativo implementadas em aulas de física. Também buscava-se caracterizar a argumentação apresentada pelos estudantes durante o desenvolvimento das atividades.

Produziu-se inicialmente um levantamento bibliográfico sobre a temática, a fim de sustentar as ações que transcorreram com aspectos da pesquisa-ação apresentando enfoque qualitativo. Por conseguinte, progrediu-se simultaneamente na pesquisa e no trabalho pedagógico que teve como base as atividades didáticas. Na análise dos dados utilizou-se a Análise de Conteúdo (Bardin, 2011) e o Padrão Argumentativo de Toulmin (2006).

A estrutura do artigo contempla, a priori, os pontos essenciais identificados no levantamento bibliográfico com realce em aspectos



educacionais, sociais e científicos relacionados à argumentação e ao Ensino por Investigação. Apresenta-se em seguida a exposição do delineamento metodológico e pedagógico, acompanhados dos dados selecionados para este recorte e suas respectivas análises. Finalmente, os resultados são discutidos e articulados às considerações alcançadas durante o estudo consolidado.

## **2 Particularidades Educacionais, Sociais e Científicas Relacionadas à Argumentação e ao Ensino por Investigação**

### **2.1 O desenvolvimento da argumentação no Ensino por Investigação**

O ensino por investigação (EI) teve origem no início do século XX, na escola norte-americana. O contexto social daquela época favorecia o questionamento do ensino escolar em prol de uma sociedade mais igualitária. O mesmo sofreu várias evoluções desde então, mas em todas as suas versões está arraigada a busca pelo desenvolvimento intelectual e o protagonismo estudantil. Atualmente, a área de educação em ciências apresenta uma tendência expressiva ao EI, em se tratando de orientações teórico-práticas que reflitam uma epistemologia científica contemporânea e suas comunicações com o mundo moderno (Clement, 2013; Ferraz, 2015; Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

As DCN apontam as atividades investigativas como propulsoras da autonomia intelectual e da formação ética dos estudantes, destacando as possibilidades de compreensão da relação teoria e prática. No entanto, advertem a respeito da importância de a trajetória investigativa ser orientada em uma extensão ética, oportunizando um entendimento da investigação científica que produz e administra planos de ação tendendo ao avanço social. Nessa direção, a argumentação integra-se à investigação no sentido de nortear as intenções e propiciar a conexão de aspectos científicos e sociais. Como princípio pedagógico, o EI pode, assim, garantir a participação discente tanto na prática pedagógica quanto colaborar para o relacionamento entre a escola e a comunidade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Dentre elas, enfatizamos o pensamento científico, crítico e criativo expresso em uma das competências gerais que:

Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais (Brasil, 2018, p. 472).



Zômpero e Laburú (2011), ao analisarem os princípios teóricos das diferentes concepções do EI (aprendizagem por descoberta, aprendizagem por projetos, resolução de problemas, questionamentos, etc.), salientam uma centralização na problematização e investigação de situações intrigantes com vistas na resolução de problemas e no levantamento de novos questionamentos. Clement (2013) aponta “o problema” como fonte de conhecimento científico, pois nele engaja-se o conhecimento preexistente, as suposições, dúvidas e a ignorância sobrepujada.

O EI tem como alicerces a desconstrução e o confronto entre explicações cotidianas e científicas. Desse modo, as perguntas devem ser respondíveis, comparativas, sedutoras, simples e diretas para atrair a curiosidade do aluno engajando-o no processo de investigação. A edificação de possíveis respostas para os questionamentos despertados pressupõe o levantamento de hipóteses que são colocadas em discussão no grupo promovendo o processo argumentativo (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

A argumentação é uma prática presente em sala de aula durante situações investigativas, uma vez que, conforme um dos pressupostos do EI, o processo de resolução de um problema possibilita a emergência de múltiplos recursos elaborados pelos estudantes, os quais em busca de convencer o outro sobre seus pontos de vista, envolvem-se na construção do conhecimento passando não só a reconhecer afirmações duvidosas e contraditórias, bem como a identificar e confrontar evidências com teorias científicas (Sasseron; Carvalho, 2011).

Ferraz e Sasseron (2017) avultam o valor da promoção, em espaços educativos, de circunstâncias que ampliem capacidades argumentativas dos alunos. Acreditam que o exercício da argumentação remeta os estudantes à racionalidade da ciência e compreensão de conceitos científicos. Outros pesquisadores tonificam esse ponto de vista selecionando a argumentação como elemento central dentre as inúmeras práticas da ciência e, portanto, enaltecendo sua função no EI (Duschl; Grandy, 2008).

## **2.2 As interações professor(a)/aluno(a) e aluno(a)/aluno(a) no EI**

O EI tem trazido bons resultados ao ensino de física, por incidir de forma envolvente e provocativa, incluindo a participação efetiva dos discentes. Didaticamente, opõe-se à metodologia diretiva em que a instrução parte do professor para o aluno, priorizando o acúmulo de informações. Os estudantes são desafiados e conduzidos à reflexão, enquanto agentes ativos na construção do conhecimento. Para elaborar suas respostas, questionam, pesquisam, selecionam informações, testam hipóteses, analisam dados, argumentam e concluem. Abandona-se a figura do professor transmissor e o aluno assume uma postura dinâmica. Neste contexto, as interações que se estabelecem entre alunos e destes com o professor são bastante enfatizadas (Ferraz, 2015).

Valle (2014) argumenta que a apresentação do conhecimento como um conjunto de fatos estáveis e isolados não favorece o questionamento das informações fornecidas pelo docente ou pelo livro didático. No EI, destaca-se o papel do professor enquanto organizador da mobilização dos alunos. Neste sentido, é indispensável que seja mediador das interações, viabilizando a construção e a solução de problemas, buscando refletir formas de organização



da própria ciência. “Ou seja, o Ensino por Investigação será de fato investigativo se o professor prover condições para que ele ocorra” (Ferraz, 2015, p. 25). Deste modo, a postura do professor, como autoridade epistêmica e social, é essencial e contribui efetivamente para o êxito do processo de ensino aprendizagem.

Para que se alcance uma boa qualidade argumentativa pelos discentes no EI, tem-se como foco de atenção do educador o estímulo à participação ativa no processo de construção de ideias e o incentivo aos alunos para formular seus pontos de vista, bem como a retomada, a problematização, a exploração, a qualificação e a sistematização de conhecimentos. O docente precisa manter uma prática reflexiva priorizando o debate consistente a respeito da realidade. Segundo Freire (2000), o trabalho crítico do professor deve auxiliar o aluno na constituição de uma mentalidade também crítica, questionadora, transgressora, conduzindo-o à autonomia.

A metodologia investigativa tem merecido destaque por realizar-se de forma interativa, promovendo o apoio mútuo entre os estudantes. Trata-se de um método dialógico que concede ao aluno a escolha de diferentes caminhos no processo de construção do saber, corrobora para o desenvolvimento da argumentação e, fomenta o protagonismo despertando a consciência para a valorização da conexão entre professor e aluno nessa jornada educativa. (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017). Portanto, entende-se que o ensino por investigação possa ser uma ponte para o progresso da argumentação dos discentes e para o confronto entre seus conhecimentos de senso comum e o saber científico.

### **2.3 A argumentação na escola e suas contribuições para a formação do educando**

Muitas ações realizadas por alunos no ambiente escolar nas diferentes disciplinas envolvem a argumentação. Mas o que é argumentação? Qual é a sua importância no ensino de física? Para responder a essas questões ressalta-se que seu conceito ainda abrange dissonâncias, contudo a argumentação é parte constituinte e essencial da prática científica. Ela está presente em todas as etapas de uma pesquisa, podendo acontecer em diferentes níveis de multiplicidade de acordo com o ambiente, os objetivos e a comunidade compreendida (Driver; Newton; Osborne, 2000).

Neste estudo adotou-se a argumentação como uma articulação de ideias que tem por objetivo convencer os interlocutores e/ou colocar pontos de vista com o fim de contribuir para o entendimento mais amplo de determinado fenômeno. Tal atividade inclui investigação, conhecimento, habilidades discursivas, raciocínio lógico, autonomia crítica e, portanto, se relaciona intimamente à epistemologia da ciência (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

Costa (2008) afirma que a linguagem científica tem caráter argumentativo. Assim sendo, um dos alvos do ensino de ciências, em especial de física, é o desenvolvimento dessa competência por parte dos alunos. No âmbito da educação científica é premente a necessidade de uma educação que vise à formação discente para atuação construtiva na coletividade, capacitando-os a argumentar e tomar decisões de forma criteriosa (Galvão; Spazziani; Monteiro, 2018). O envolvimento em atividades argumentativas corrobora para um conhecimento metacognitivo (pensamento sobre as próprias



ideias acerca de objetos do mundo) de introspecção o qual desencadeia avaliação, reconstrução e conscientização sobre ações específicas (Leitão, 2011).

Dentre os aspectos atrelados à argumentação no ensino de ciências, a justificação de enunciados e a persuasão de um público são os mais recorrentes (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2008). Desta forma, constitui uma estratégia didática potencial na ampliação de destrezas interpretativas de contextos, de maneira responsiva e operacional, favorecendo a compreensão de conteúdos científicos, podendo extrapolar e generalizar para situações cotidianas.

Leitão (2011), em sua obra “Argumentação na escola: conhecimento em construção”, reconhece a gama de desafios adjuntos na tarefa de trabalhar a argumentação na escola. Apesar da capacidade argumentativa estar contemplada enquanto uma das competências gerais da Educação Básica e atender a objetivos hodiernos de ensino, não é algo de fácil desenvolvimento ou a ser improvisado (Brasil, 2018; Schwarz, 2009).

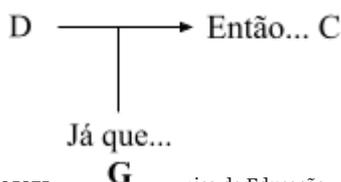
Em vista disso, realça-se que um dos principais empecilhos no desenvolvimento da habilidade argumentativa é o fato de requerer mudança de postura do professor. Ele deve assumir o papel de interlocutor a ser convencido durante interações argumentativas com vistas à construção do conhecimento (Chiaro; Leitão, 2005). Todavia, nota-se que apesar de ainda ser pouco explorada (de forma planejada criteriosamente) no contexto da sala de aula, por vir inundada de desafios pedagógicos, a argumentação apresenta um mundo de possibilidades no processo de ensino/aprendizagem da física.

## 2.4 A estrutura do argumento e o padrão argumentativo de Toulmin (TAP)

Segundo Toulmin (2006), um argumento é como um organismo: tem uma estrutura bruta, anatômica, e outra mais fina e, por assim dizer, fisiológica. A estrutura de um bom argumento não é única, pois depende do seu contexto de origem. Ele pode ser bastante singelo ou mais elaborado.

Em sua composição básica está o dado “D” que são os fatos aos quais se recorre como fundamento para as alegações, ou seja, é a base para a asserção original. Sem o dado não existe argumento. Ele é colocado de forma explícita. Conforme o desenrolar das convicções surgem garantias “G”, as quais autorizam a passagem dos dados para a alegação, isto é, são afirmações hipotéticas que permitem a inferência. Sua função é explanatória, procura registrar e autenticar as alegações postas. As garantias são tomadas implicitamente. Já a conclusão “C” são alegações que se procuram justificar. Em um argumento simples os elementos fundamentais são o dado (D), a conclusão (C) e a garantia (G). É possível apresentar um argumento contando apenas com esses elementos, cuja estrutura básica é: “a partir de um dado D, já que G, então C”. Na figura 1, verificamos a estrutura de argumentos constituídos apenas com os elementos essenciais do TAP.

Figura 1 - Padrão argumentativo de Toulmin

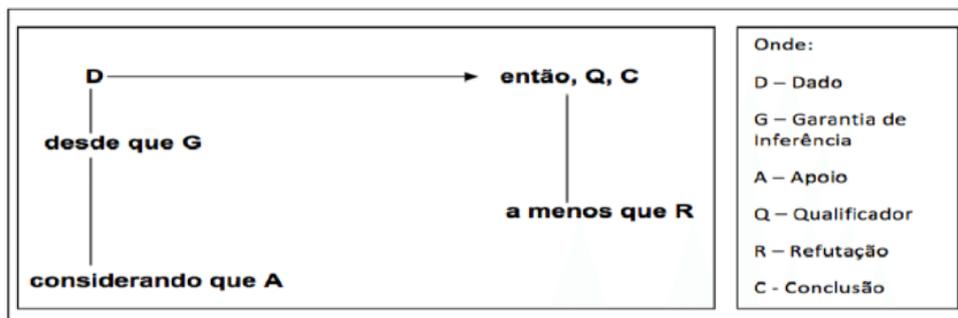


Fonte: Toulmin, 2006.

Em alguns casos, o argumento pode ser mais emaranhado, contando com o apoio “A” que é outro aval para dar suporte à garantia, e depende do contexto do campo de argumentação em questão. Este deve ser retirado de uma informação básica e pode ser expresso com afirmações categóricas ou invocado em suporte direto. A origem dos apoios é bastante diversificada. O autor supracitado intitula campo-dependência à variabilidade dos apoios das garantias.

Há ainda diferentes tipos de garantias, as quais conferem distintos graus de força ao argumento, são os qualificadores modais “Q”, que avigoram a declaração (necessariamente, provavelmente, presumivelmente, etc.). Um detalhe relevante é a diferenciação entre a afirmação de uma garantia e sua aplicabilidade. Já os refutadores “R” revelam o imperativo de abandonar as garantias, descartando sua autoridade por mostrar outras condições, invalidando-as. O qualificador “Q” é o elemento chave na avaliação de um argumento e o veredicto depende do sujeito e da comunidade de interlocutores que o avaliam. Apreciando a autoridade dos subsídios limitativos (R) e aprovativos (G e A), o qualificador amortece ou avigora a conclusão.

**Figura 2 - Padrão argumentativo de Toulmin**



Fonte: Toulmin, 2006.

A Figura 2 traz um diagrama visual do que foi destacado, o arcabouço de um padrão para ponderar argumentos. A seta indica a ligação entre os elementos que o compõem. Não se trata de um esquema engessado, pois admite versatilidade em sua disposição. Assim, abraça desde os argumentos mais simples aos mais complexos e confere ao desenho referido praticidade em várias situações. Através deste padrão, o desafio lançado por Toulmin é fugir das imposições de um método “adequado” apreciando com integridade as diferenças que possivelmente aconteçam.

### 3 Aspectos Metodológicos e Pedagógicos

#### 3.1 Metodologia

Este trabalho teve como base um levantamento bibliográfico para fundamentar as etapas previstas. Conforme afirma Gil (1994), esta base amplia a abrangência de subsídios e permite a obtenção de informações dispersas em inúmeras publicações, ajudando na constituição do quadro conceitual no qual o objeto de estudo se configura. Foram aproveitadas as mais diversas fontes, tais como: artigos, livros, teses e dissertações, revistas de divulgação científica, periódicos, etc.

Trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo apresentando características da pesquisa-ação, visto que se baseou na resolução de um problema prático e na produção de conhecimento pela professora (também pesquisadora, na acepção da pesquisa-ação) que estava inserida diretamente no contexto investigado. Tripp (2005) caracteriza a pesquisa-ação como uma prática reflexiva que adota procedimentos de análise consagrados, acatando aos critérios comuns a outros tipos de pesquisa acadêmica, para confirmar a ação que se decide tomar a fim de melhorar a prática profissional.

A pesquisa foi aprovada no sistema CEP/CONEP (Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), sob o registro de número 13655919.2.0000.5152, e desenvolvida em uma escola central da rede pública estadual, na cidade de Coromandel/MG. Participou do estudo uma turma de terceiro ano do ensino médio com 42 alunos. Os discentes foram incluídos na pesquisa de acordo com sua disponibilidade/interesse em contribuir, seu período escolar e por trabalharem e vivenciarem o tema do estudo de caso da investigação.

O trabalho pedagógico acompanhado e investigado foi desenvolvido no segundo semestre letivo de 2019, em cinco etapas descritas a seguir: a primeira etapa pressupôs refletir sobre o contexto em que o trabalho se originou, passando pelos objetivos de aprendizagem e a coordenação das ações e recursos. A segunda etapa constituiu-se na organização da sala em equipes, escolha dos temas e proposição do ensino por investigação. A terceira etapa proporcionou uma maior integração entre professora e alunos através da monitoria dos trabalhos desenvolvidos pessoal e/ou virtualmente. A quarta etapa contou com a apresentação de seminários sobre os temas trabalhados, onde se destinou especial atenção para as questões de pesquisa. A quinta etapa visou relacionar a qualidade da argumentação apresentada ao ensino de física por investigação e a eficácia da metodologia aplicada.

As fontes de dados utilizadas foram: registros dos áudios das apresentações dos estudantes e o diário da prática pedagógica da professora. Os áudios foram gravados nas apresentações de seminários que aconteceram durante quatro aulas. No diário de prática pedagógica (DPP) foram registrados os principais aspectos observados e as impressões mais significativas.

O DPP é um documento onde o professor externa seus sentimentos e percepções acerca do processo de ensino. Geralmente, os relatos trazem detalhes muito particulares que passariam despercebidos em outras técnicas de coleta de dados. Nesse viés, o DPP caracteriza-se como instrumento de acompanhamento e avaliação crítico-reflexiva da prática pedagógica possibilitando reconstrução de ações e atribuindo-lhes razão e sentido (Ustra; Pacca; Terrazan, 2016).

Posteriormente, os dados foram transcritos e analisados utilizando-se elementos da Análise de Conteúdo para sua interpretação e compreensão. A Análise de Conteúdo tem por finalidade explicar e sistematizar o conteúdo da



comunicação e o significado deste conteúdo por meio de deduções lógicas e justificadas, tendo como referência sua origem e o contexto ou efeitos dessa comunicação (Bardin, 2011). Utilizamos ainda, como suporte para a análise, o padrão argumentativo de Toulmin, pois este permite a avaliação da solidez do argumento possibilitando estabelecer comparações com flexibilidade lógica, e compreensão da argumentação no pensamento científico. Toulmin (2006) deixa-nos a seguinte reflexão: “Que ligações há entre os cânones e métodos que usamos quando, na vida do dia a dia, avaliamos, de fato, a solidez, a força e o caráter conclusivo de argumentos?” (Toulmin, 2006, p. 2).

A partir dessa análise, foram configuradas as categorias que permitiram a classificação do material coletado e reunião deste por grupos de elementos sob um título comum em razão das características compartilhadas. Finalmente, todo o material foi criteriosamente explorado, evidenciando os resultados obtidos tanto na aquisição de conhecimentos quanto em relação à transformação da prática pedagógica da professora.

### 3.2 Os desdobramentos das atividades didáticas (AD)

Para progressão das AD não foi elaborado um roteiro fechado, já que a intenção era desenvolver a investigação a partir da problematização advinda do processo nos grupos de estudantes. E, reflexamente, optou-se por um modelo de aula desobstruído de regras convencionais, dando maior liberdade aos alunos através de um plano flexível. Obviamente, o fato de não haver uma receita para seguir, não excluiu a necessidade de estabelecer metas específicas para serem alcançadas ao longo da atividade.

A ajuda ajustada foi concedida a cada equipe mediante sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes e de acordo com as demandas que surgiam nas monitorias. As situações-problemas e as indicações para aprofundamento teórico, que incluíram livros, artigos, sites, vídeos no *You Tube*, documentários, filmes e revistas científicas, foram propostas pela professora. O Quadro 1 sistematiza essas informações.

Além de muito debate e estudo coletivo, após a análise do material sugerido, os estudantes argumentavam uns com os outros, testando seus conhecimentos e a coerência das ideias colocadas.

**Quadro 1** - Indicação geral das atividades didáticas

Atividades didáticas	Situações-problemas	Objetivos específicos de aprendizagem	Indicações para aprofundamento teórico
<b>AD – 1:</b> Introdução ao núcleo atômico	Qual é a estrutura do núcleo atômico? Que contribuições a física nuclear trouxe para a sociedade no século XX?	Compreender a estrutura do núcleo atômico. Reconhecer a influência que o desenvolvimento da física nuclear teve sobre a história do século XX.	A radioatividade e a história do tempo presente. O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. Os modelos atômicos e suas aplicações práticas.

<p><b>AD – 2:</b> Radioatividade – lei do decaimento radioativo</p>	<p>Quais são as características das radiações alfa, beta e gama e suas aplicações na física nuclear? Qual a diferença entre meia-vida e vida média?</p>	<p>Compreender o poder de penetração de cada uma das radiações e suas aplicações na física nuclear e na medicina. Entender a datação de materiais de origem orgânica por meio da medição da quantidade de Carbono-14. Definir e distinguir os conceitos de meia-vida e vida média.</p>	<p>Vida média, meia vida e constante radioativa. Radioatividade: cálculo da meia-vida e aplicações da radioatividade. Como é determinada a idade de um fóssil?</p>
---	---	--	--

Continua

<b>Atividades didáticas</b>	<b>Situações-problemas</b>	<b>Objetivos específicos de aprendizagem</b>	<b>Indicações para aprofundamento teórico</b>
<p><b>AD – 3:</b> Fissão nuclear e fusão nuclear – rejeitos radioativos</p>	<p>Quais os prós e contras dos processos de fissão e fusão nuclear? Como minimizar os perigos do lixo radioativo?</p>	<p>Entender os processos de fissão e fusão nuclear e suas possíveis aplicações. Constituir um posicionamento crítico sobre os desdobramentos ambientais, sociais, econômicos e políticos da utilização de usinas nucleares.</p>	<p>Visitar o site oficial da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Operação de uma usina nuclear e os tipos de reatores. Fusão nuclear explicada: energia do futuro?</p>
<p><b>AD-4:</b> Acidentes nucleares e o uso da radioatividade</p>	<p>Quais as normas operacionais para garantir a segurança e eficiência no processo de geração de energia nuclear? Quais as consequências da utilização bélica da energia nuclear? De que outras formas a radioatividade é utilizada na sociedade moderna?</p>	<p>Destacar a importância do conhecimento e cumprimento das normas legais que regem a geração de energia nuclear. Discutir o uso bélico da energia nuclear. Conhecer as aplicações pacíficas da energia nuclear em diversas áreas da sociedade moderna.</p>	<p>Visitar o site oficial da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Os maiores acidentes nucleares da história. Documentário Natgeo – Hiroshima: o dia seguinte. Usina nuclear por dentro. Césio 137: 30 anos – documentário no Fantástico - 03/09/2017.</p>
<p><b>AD-5:</b> Um pouco de evolução estelar – forças fundamentais da natureza</p>	<p>Quais são as etapas do desenvolvimento de uma estrela? Quais são os tipos de forças que existem na natureza?</p>	<p>Conhecer as etapas de desenvolvimento estelar. Compreender as forças fundamentais da natureza, comparando suas intensidades e raios de ação.</p>	<p>De poeira estelar a supernovas: o ciclo das estrelas. Que as 4 forças fundamentais estejam com você!</p>
<p><b>AD-6:</b> Partículas fundamentais da matéria-antimatéria – Um pouco de cosmologia</p>	<p>Quais são as partículas fundamentais da matéria-antimatéria?</p>	<p>Conceituar matéria, antimatéria e aniquilação matéria-antimatéria.</p>	<p>Estudos recentes em revistas como <i>Ciência Hoje</i> e <i>Scientific American Brasil</i></p>

	O que você sabe sobre origem e expansão do universo?	Conhecer os modelos sobre a origem e a expansão do universo. Compreender o caráter provisório da ciência.	Unificando as forças da natureza. O universo elegante.
--	--	---	---

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pacca e Villani (2018) ressaltam que o sucesso de propostas deste timbre está vinculado à modificação da postura do professor em sua atuação, principalmente quanto a uma concepção adequada dos processos de ensinar e aprender. Estes pesquisadores afirmam que: “A sala de aula é o espaço onde deve ocorrer o diálogo real, com suas características parcialmente previsíveis e com toda sorte de novidades e situações inesperadas na interação pedagógica” (Pacca; Villani, 2018, p. 69).

A sucessão das atividades foi diferenciada em cada grupo conforme suas reivindicações. A professora articulou ajuda ajustada às equipes buscando sincronia com o caminho seguido, respeitando os progressos e dificuldades enfrentadas. Nesse aspecto, consideraram-se os conhecimentos prévios dos alunos provocando desafios para que os significados fossem questionados repercutindo na (re)construção do conhecimento. Os recursos disponíveis foram apropriados às necessidades particulares de cada grupo de estudantes.

## 4 Resultados e Discussões

### 4.1 Relatos extraídos do DPP

Os alunos demonstraram grande interesse na investigação, a orientação inicial da docente foi para que os grupos levantassem um problema de autoria própria dentro de seu tema e relacionado à situação-problema correspondente. Houve grande dificuldade na conformação desse problema. A problematização foi algo novo, visto que eles estavam habituados a receber as perguntas prontas. Grande parte dos questionamentos diziam respeito a demandas teóricas da disciplina, pouco articuladas com as aplicações dos tópicos estudados ou a situações cotidianas. As interrogações elaboradas estavam nas redes virtuais e no próprio livro didático.

Percebeu-se escassa habilidade no sentido de proferir a pergunta de forma objetiva. Assim, já que sua investigação seria conduzida pelos questionamentos propostos e estes ainda apresentavam baixa qualidade de arguição, fez-se necessária a intervenção docente no sentido de organizar/sintetizar as ideias por eles colocadas sem deixar essa falta de clareza se refletir na qualidade de sua argumentação nos seminários. Ou seja, o educando estava em processo de adaptação à metodologia aplicada, mas a ajuda ajustada a eles concedida favoreceu a apropriação e a apresentação do problema por parte das equipes.

#### Quadro 2 - Problemas formulados pelos grupos

Problemas	
1	Quais os modelos atômicos conhecidos e suas funções?
2	Como foram descobertas as antipartículas e quais os efeitos da sua aniquilação?



3	Qual a importância dos processos de fissão e fusão nuclear para a humanidade?
4	Porque acontecem os acidentes nucleares?
5	Quais são as forças fundamentais da natureza e como elas nos afetam?
6	O universo se expandirá para sempre?

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir da escolha dos temas e dos problemas formulados pelos próprios estudantes, indicados no Quadro 2, foram utilizadas as redes sociais para criar grupos de discussão e eleitos os líderes para organizar os trabalhos. Das seis equipes, por iniciativa própria, apenas duas marcaram encontros presenciais fora do ambiente escolar para melhorar a coordenação de suas ações. As demais aproveitavam os intervalos das aulas e do recreio. No entanto, todos tiveram uma monitoria presencial agendada pela professora e várias monitorias virtuais para, de certo modo, conferir “validação” à sua investigação. Desta forma, foram disponibilizados artigos, vídeos e livros de acordo com as demandas indicadas nesses encontros.

A divisão de tarefas nas equipes ocorreu sem a interferência da professora. Essa distribuição de incumbências teve por critério interno disponibilidade e/ou proximidade de seus próprios integrantes. Durante as monitorias, a conversa acontecia em um clima de confiança, quando os integrantes de cada equipe exibiam suas justificativas para as escolhas de conceitos e atividades a serem utilizados na solução do problema. As ideias eram apresentadas com vistas a construir os argumentos. No entanto, as garantias por eles vinculadas aos dados eram facilmente refutadas pelos próprios colegas, denunciando a necessidade de conhecimento mais aprofundado.

Evidenciou-se que o elevado nível de abstração do tema e a pouca familiaridade dos estudantes com os termos próprios da física moderna e contemporânea (FMC) era um desafio adicional ao desenvolvimento do processo argumentativo. Não obstante entenderem algumas aplicações da temática, esta envolvia situações um tanto distantes da sua realidade próxima. As alegações dos estudantes apesar de conterem teor científico, traziam um viés irreverente, com a utilização de gírias nas falas, por vezes manifestando certo conflito entre ciência e senso comum.

Em suas exposições, os alunos deixaram claro que o maior desafio não era estudar e aprender a matéria a ser apresentada. Falar em público era, sem exceção, o maior temor de todos. Alguns alunos extremamente tímidos, durante os encontros, demonstraram um esforço por superar seus receios, responsabilizando-se por dominar determinados argumentos, os quais ficariam incumbidos no seminário.

E, apesar das dificuldades na fase de investigação, na preparação do seminário os grupos esforçaram-se para indicar a conexão da teoria com a prática, explanando seu interesse por questões éticas, sociais, econômicas, ambientais e aplicações tecnológicas que se articulavam aos seus tópicos.

## 4.2 Os seminários

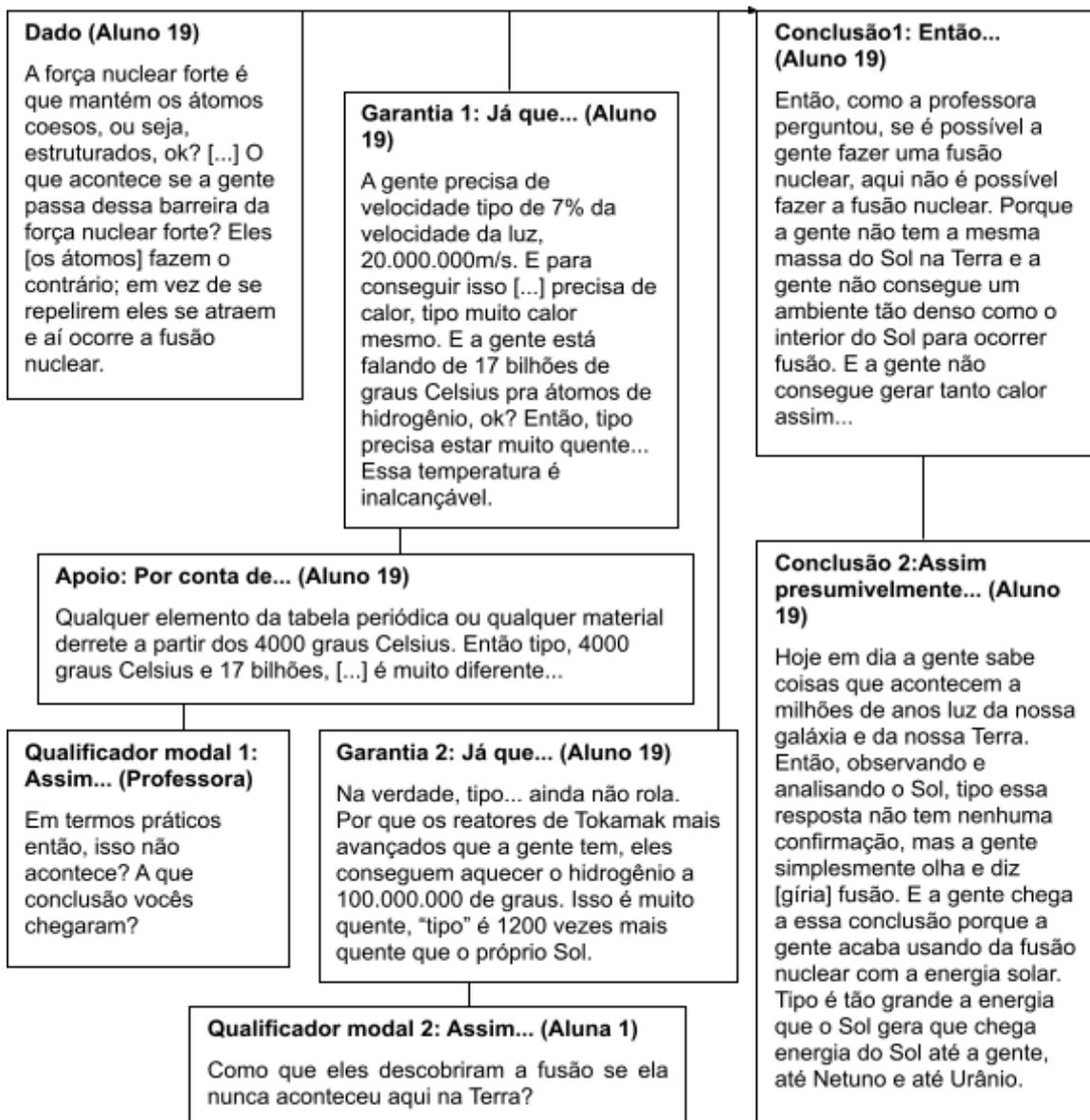
A título de exemplificação, trazemos uma pequena amostra do que ocorreu nos seminários na Figura 3. A manutenção da repetição de palavras,



bem como dos erros de concordância ou a não observância do português culto, teve a intenção de manter as características originais dos argumentos e de não comprometer suas análises. Outro entendimento importante é que os elementos do TAP estão sujeitos à interpretação do pesquisador, podendo muitas vezes incorrer em discordância com outros pesquisadores (Kelly; Regev; Prothero, 2008).

O aluno 19 manifestou-se com entusiasmo, conseguindo sintetizar as discussões ocorridas durante as monitorias. Retomou as falas dos colegas e, inclusive, citou informações que pertenciam também à temática de outros grupos para fortalecer sua argumentação, denunciando um estudo mais aprofundado. Em sua fala utilizou linguagem informal, como se estivesse em um bate-papo com os amigos. Apesar de se considerar um péssimo desenhista, os esboços colocados na lousa cumpriram o papel desejado e contribuíram para a elevação do grau de força de seu argumento. O fato de ele ser brincalhão e extrovertido acabou contribuindo para uma participação mais ativa dos ouvintes.

**Figura 3 - Fala do aluno 19 no TAP (Seminário 3)**



Fonte: Elaborada pelos autores.

O argumento é predominantemente conceitual, já que envolve princípios como o de força nuclear forte e fusão nuclear. Ele foi bem estruturado, tanto no emprego de elementos que o TAP nomeia primordiais, quanto em relação à cientificidade. Com a observação da colega (Aluna 1), houve oportunidade de indicar as dificuldades encontradas no processo investigativo em razão de o grupo não chegar a uma resposta “exata”. Ainda assim, nota-se a presença de duas conclusões oportunas. A primeira correlacionada à garantia 1, ao apoio e ao qualificador modal 1. E, logo após a conclusão 1, foram lançadas a garantia 2 e o qualificador modal 2, culminando na segunda conclusão. Não obstante fundamentar-se no campo das possibilidades o conjunto de todas as informações levou os discentes à compreensão de que as palavras do aluno 19 mereciam confiabilidade.

Observa-se na Figura 3 uma organização mais diversificada, justificada pela quantidade de elementos do TAP envolvidos na argumentação e pela participação da turma. A estrutura do argumento é complexa. O TAP, como já dito anteriormente, não leva em conta as questões contextuais. Cabem então algumas adaptações para que seja utilizado nas demandas de sala de aula. Trata-se de um discurso argumentativo-interativo, o qual envolveu questões polêmicas. O argumento proporcionou na práxis da turma uma constatação do quanto os questionamentos podem favorecer os aprendizados.

### 4.3 Composição das categorias

Após a coleta dos dados, algumas categorias foram fundadas a fim de ressaltar peculiaridades, tanto na constituição do argumento, quanto em questões pedagógicas primordiais para que se possa elevar a qualidade do ensino ofertado.

O processo de categorização adotado no estudo em quadro ocorreu a posteriori, visto que não havia categorias pré-estabelecidas. Essas são decorrentes da qualificação analógica e progressiva dos elementos. Conforme o Quadro 3, as categorias 1, 2 e 3 dirigem nossa atenção para o conteúdo utilizado na construção do argumento, enquanto as categorias 4, 5 e 6 estão proferidas a fim de observar sua estrutura tendo como parâmetro o TAP.

**Quadro 3** - Categorias de análise

Categorias		Nível
1	O aluno apresenta em sua fala informações com teor científico considerável quando comparado as referências bibliográficas acessadas durante o processo investigativo e aponta aplicações práticas dos conceitos físicos abordados.	3
2	O aluno concede informações científicas condizentes com as pesquisas realizadas e as apresenta de forma contextualizada. No entanto, não demonstra a utilidade rotineira dos tópicos trabalhados.	2
3	O aluno profere informações que contém conhecimento científico, contudo as expõe sem contextualização e funcionalidade.	1



4	Argumento simples - O aluno organiza seu ponto de vista utilizando os elementos básicos do TAP (dado, garantia e conclusão).	1
5	Argumento com nível mediano – O aluno emprega um elemento acessório do TAP na formação do seu argumento (apoio, qualificador modal ou elemento refutador) ou apresenta mais de uma garantia para suas alegações.	2
6	Argumento mais complexo – O aluno apresenta mais de um elemento acessório na estrutura do argumento, interligados coerentemente manifestando raciocínio lógico e habilidade na elaboração de ideias.	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Erduran, Simon e Osborne (2004) classificam os argumentos em níveis segundo a presença de elementos do TAP, para facilitar a análise. O nível na conjuntura do nosso estudo cumpre a função de associar aspectos estruturais e pedagógicos, contribuindo para a identificação de características específicas na argumentação dos estudantes.

As categorias instituídas indicam a trajetória dos estudantes no EI, apontando a transposição do senso comum para os conhecimentos científicos. E, ao relacioná-los a contextos os quais lhes são familiares, nota-se que a investigação seguiu uma linha bastante significativa conectando teoria e prática.

As categorias estabelecem um elo entre as observações realizadas em nosso estudo e o aporte teórico utilizado. De certa forma, elas expressam os resultados alcançados bem como os esforços que devem ser empreendidos em oportunidades futuras. Para a construção do Quadro 4, selecionamos e analisamos duas argumentações de cada equipe por seminário (o argumento da Figura 3, por exemplo, está contemplado na Análise 2 do Seminário 3), classificando segundo as categorias e níveis detalhados a seguir.

**Quadro 4 - Categorização final**

Seminários/Análises		Estrutura do argumento (TAP)		Conhecimento Científico		Total
		Categoria	Nível	Categoria	Nível	
Seminário 1	Análise 1	5	2	2	2	4
	Análise 2	5	2	3	1	3
Seminário 2	Análise 3	5	2	3	1	3
	Análise 4	6	3	1	3	6
Seminário 3	Análise 5	5	2	1	3	5
	Análise 6	6	3	1	3	6
Seminário 4	Análise 7	5	2	1	3	5
	Análise 8	5	2	3	1	3
Seminário 5	Análise 9	6	3	2	2	5
	Análise 10	5	2	1	3	5
Seminário 6	Análise 11	5	2	1	3	5
	Análise 12	5	2	1	3	5

Observação: A soma máxima de acordo com os níveis é 6. Assim, consideramos os argumentos que alcançaram total 3 como fracos, aqueles com o total 4 são bons, os que obtiveram 5 são ótimos e os que conseguiram 6 são excelentes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao contrário do que ocorre em contextos quantitativos, nossa intenção não foi de mensurar valores, mas enriquecer a apreciação do conjunto de dados, agregando cognição e habilidade na construção de argumentos. O



equilíbrio entre a abstração e o concreto, também ressaltado como elemento importante no meio científico, foi nosso alvo bem como a consideração da frequência e ausência de determinadas particularidades no discurso (Bardin, 2011).

O total representa a soma dos níveis referentes às categorias estruturais (do argumento) e epistêmicas (do conhecimento científico). Observa-se que 25% dos argumentos (total 3), apesar de apresentarem uma estrutura mediana quando considerados o TAP, são fracos por indicarem conhecimento científico descontextualizado e sem funcionalidade. 8,33% (total 4) são bons, pois apresentaram estrutura mediana e conhecimento científico contextualizado. 50% dos argumentos (total 5) foram considerados ótimos, sendo que destes, 41,67% são medianos quanto à estrutura no TAP, contudo, apresentaram conhecimento científico contextualizado e com aplicações práticas e 8,33% apresentaram estrutura complexa e conhecimento científico contextualizado. 16,67% são excelentes por possuírem maior grau de complexidade no TAP e ainda trazerem conhecimentos científicos contextualizados e com aplicações práticas.

## 5 Considerações Finais

A argumentação desempenhou papel central na perspectiva do EI, visto que, através dela, o problema determinante para a investigação foi percebido e compreendido, possibilitando a evolução do processo de enfrentamento de forma coletiva nas equipes. Nesse momento, a atividade argumentativa dos integrantes de cada equipe ajudou na proposição e organização dos passos a serem trilhados até a construção das soluções, as quais, novamente através da argumentação, puderam ser apresentadas e defendidas perante a turma.

As intervenções por parte da professora direcionaram o desenvolvimento das propostas investigativas sem acenar com respostas prontas, impulsionando o levantamento e averiguação de hipóteses. A postura analítica e, ao mesmo tempo, acolhedora incentivou o diálogo e o compartilhamento dos pontos de vista essenciais na estruturação dos argumentos. Acredita-se que o assombro dos estudantes com a proposta desafiadora foi superado mais rapidamente por estarem em grupos, pois se sentiram amparados uns pelos outros.

A análise dos dados coletados delatou uma conduta metodológica promissora, pois o envolvimento da turma foi quase unânime. O fato de a nota atribuída à atividade ser individual compeliu à participação de quase todos. A autonomia experimentada pelos alunos surtiu uma decorrência profícua, sendo possível deduzir que as AD foram realmente enriquecedoras. Tanto em seus resultados nas avaliações bimestrais quanto na auto avaliação dos estudantes, observou-se a importância de aulas com essa perspectiva. As estratégias envolveram trabalho em grupo, ponderação de diferentes argumentos entre os participantes e destes com os demais colegas de turma, possibilitando um olhar crítico de todos os participantes sobre os resultados. Os discentes



demonstraram com atitudes engajadas o sentimento de pertencimento e competência na execução das tarefas propostas.

Outrossim, a argumentação dos alunos ocorreu de forma produtiva, porque eles entenderam a significância de suas afirmações e que, não obstante estivessem incorretas em alguns momentos, poderiam contribuir para o alcance do conhecimento científico. Os envolvidos, ao vislumbrarem as revoluções científicas em suas incursões históricas nas investigações, perceberam que a ciência não se prende a verdades incondicionais, mas se constitui numa grande jornada onde novas conjecturas vão surgindo e enriquecendo ou permitindo retificar aquelas até então conhecidas.

O EI instigou a busca de respostas viáveis no contexto estudado, o que exigiu leitura, pesquisa, diálogo com os colegas, verificação de suposições, justificativas razoáveis, raciocínio lógico, análise crítica e construção de argumentos, algumas vezes confirmados e noutras refutados. Depreendeu-se o esforço da classe na atividade de examinar várias fontes. O progresso na disposição e zelo para efetuar tais tarefas foi apreciável. A abordagem de questões históricas, éticas, sociais, ambientais e econômicas que estavam interligadas ao conteúdo específico foi explorada com ótimas repercussões. O posicionamento crítico dos alunos e sua atuação evidenciaram a promoção do seu protagonismo.

O entusiasmo evidenciou-se nos preparativos para os seminários, na relação entre os grupos, na cooperação entre os integrantes das equipes, nos momentos de estudo e monitorias. O EI mostrou-se proficiente em variados aspectos, inclusive no questionamento, na tomada de decisões e na discussão de situações sociais, as quais envolviam os temas abordados.

Percebeu-se que um procedimento ativo apresenta vantagens em relação aos métodos tradicionais. Os alunos se sentiram parte importante do processo e não apenas destinatários de informações; mudou a dinâmica da aula, o relacionamento com a professora e mesmo os resultados de aprendizagem. Todavia, notou-se que tanto a professora quanto os alunos encontravam-se em fase de adaptação com a metodologia aplicada. Ambas as partes se esforçaram e vislumbraram crescimento pessoal e cognitivo, mas ainda há uma hesitação própria da transição ao modelo de aula praticado. Portanto, a continuidade e o refinamento do desenvolvimento da argumentação no EI são indicados após a finalização deste estudo.

Compreendemos que pesquisas no âmbito da pesquisa-ação são eficazes para provocar uma discussão/reflexão sobre a prática docente a fim de compreendê-la e agenciar o progresso do ensino de física. Desta maneira, o objetivo de refletir sobre a docência e a importância de uma proposta didática mais dialógica obteve êxito. Não obstante os intentos impetrados, ainda existem vários aspectos da argumentação a serem trabalhados em atividades investigativas. Na atualidade, os avanços tecnológicos, a globalização, as informações em tempo real, o grande número de ferramentas didáticas, exigem do professor constante reflexão e renovação. Ensinar é um desafio empolgante que não nos dá a opção de permanecermos estáticos. Aceitar os tropeços e ajustar o roteiro faz parte de uma caminhada bem sucedida.

## Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.



BRASIL. Lei 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2014. Disponível em:

<http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em: 15 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília, DF: MEC/SEB, 2013. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf>. Acesso em: 15 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília, DF: MEC/SEB, 2018. Disponível em:

[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 15 jul. 2021.

CHIARO, Sylvia; LEITÃO, Selma. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia: reflexão e crítica**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005.

CLEMENT, Luiz. **Autoderterminação e Ensino por Investigação**: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

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

DRIVER, Rosalind; NEWTON, Paul; OSBORNE, Jonathan. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, p. 287-312, 2000.

DUSCHL, Richard Alan; GRANDY, Richard. E. Reconsidering the character and role of inquiry in school Science: Framing the Debates'. NSF Inquiry Conference, 2005 Proceedings. Disponível em: <<http://www.ruf.rice.edu/~rgrandy/NSFConSched.html>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

ERDURAN, Sibel; SIMON, Shirley; OSBORNE, Jonathan. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.

FERRAZ, Arthur Tadeu. **Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas de física**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 42-67, 2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2000.



GALVÃO, Idmaura Calderaro Martins; SPAZZIANI, Maria de Lourdes; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Argumentação de alunos da primeira série do Ensino Médio sobre o tema "Energia": discussões numa perspectiva de Educação Ambiental. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 979-991, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**, São Paulo: Atlas, 1994.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María Pilar; ERDURAN, Sibel. Argumentation in science education: an overview. In: ERDURAN S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). **Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008. Cap. 1, p. 03-27. Disponível em: <[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6670-2\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6670-2_1)>. Acesso em: 06 jun. 2018. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1).

KELLY, Gregory J; REGEV, Jacqueline; PROTHERO, William. Analysing of lines of reasoning in written argumentation. In: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). **Argumentation in Science Education: perspectives of classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 137-158. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_7).

LEITÃO, Selma. O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C. (Orgs.). **Argumentação na escola: O conhecimento em construção**. São Paulo: Pontes Editores, 2011. Cap. 1, p. 13-46.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 43, supl. 1, e20200451, 2021.

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida; VILLANI, Alberto. A formação continuada do professor de física. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 57-71, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Construindo argumentação na sala de aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maria Batistoni. O Ensino por investigação e a argumentação em aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SCHWARZ, Baruch B. Argumentation and learning. In: MIRZA, N. M.; PERRET-CLERMONT, A. N. (Eds.). **Argumentation and education: theoretical foundations and practices**. Dordrecht: Springer, 2009. p. 91-126.

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

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

USTRA, Sandro Rogério Vargas; PACCA, Jesuína Lopes de Almeida; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Diários da prática pedagógica: pressupostos e contribuições para uma formação continuada emancipatória. In: GÜLLICH, R. I. C.; HERMEL, E. E. S. (Org.). **Educação em Ciências e Matemática: pesquisa e formação de professores**. Chapecó: UFFS, p. 35-57, 2016.



VALLE, Mariana Guelero. **Movimentos e práticas epistêmicos e suas relações com a construção de argumentos nas aulas de Ciências**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

Enviado em: 31/01/2021 | Aprovado em: 01/08/2022

