

# ANÁLISE DE PRÁTICAS ARGUMENTATIVAS ATRAVÉS DO PADRÃO DE TOULMIN (TAP) NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NAS AULAS DE FÍSICA

## *ANALYSIS OF ARGUMENTATIVE PRACTICES THROUGH THE TOULMIN STANDARD (TAP) IN THE DEVELOPMENT OF PROJECTS IN PHYSICS CLASSES*

Juliana Rosa Alves Borges<sup>I</sup> 

Sandro Rogério Vargas Ustra<sup>II</sup> 

<sup>I</sup> Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Uberlândia, MG, Brasil. Mestre em Educação. E-mail: julianalvesborg@hotmail.com

<sup>II</sup> Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Uberlândia, MG, Brasil. Doutor em Educação. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação. E-mail: srvustra@ufu.br

**Resumo:** Foram abordados resultados de uma análise de práticas argumentativas dos estudantes durante o desenvolvimento de projetos de investigação que ocorreram nas aulas de física do Ensino Médio. Considerando se tratar da atuação da própria professora pesquisadora, utilizamos princípios da pesquisa-ação tendo como alvo as interações professora/alunos numa perspectiva de Ensino por Investigação. O objetivo principal foi verificar a eficácia das metodologias aplicadas tanto em relação aos aspectos pedagógicos quanto à avaliação dos argumentos estudantis. Neste contexto, a turma foi organizada em grupos segundo o tema a ser investigado. A partir de um tópico inicial cada grupo formulou seu problema de pesquisa e planejou as atividades necessárias para sua realização. A ajuda ajustada aos discentes foi planejada a partir de uma sondagem sobre os conhecimentos prévios dos alunos. As atividades dos grupos contou com a monitoria presencial e virtual da professora. Os dados foram coletados na apresentação de seminários através da gravação de áudios. Na análise do material usamos o Padrão Argumentativo de Toulmin. Destaca-se a consolidação do protagonismo estudantil, o desenvolvimento da qualidade argumentativa nesse contexto do EI e a importância do TAP para a avaliação do trabalho pedagógico pela professora. Propõe-se também uma discussão/reflexão sobre os sentidos dados à prática docente e sua articulação com iniciativas de compreendê-la e promover a melhoria do aprendizado em Física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Argumentação. Padrão Argumentativo de Toulmin.

**Abstract:** We approached argumentative practice analysis results from students during the development of investigation projects that occurred during physics classes on High School. Considering it is the researcher teacher action, we used research-action principles having as purpose a better teacher/student interaction in the Teaching per Inquiry environment, aiming to develop the argumentation. The main purpose was to verify the methodology's efficiency related to the evaluation of the students argumentation and the pedagogical aspects. In this context, the class was divided in groups leading to the investigated subject. From an initial topic each of the groups raised a research problem to direct its trajectory in TI. A survey was conducted



DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v17i32.350>

Submissão: 25-09-2020

Aceite: 28-09-2020



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

on students' previous knowledge in order for the teacher to grant adjusted help for the students. The investigation process included classroom and virtual monitoring by the teacher. Data were collected during the presentation of the seminars through audio recording. In the review of the material we used Toulmin's argumentative pattern. We highlight the consolidation of the students' protagonism and of the argumentative quality in this context on TI and the TAP importance to evaluate the teacher's pedagogical work. We also propose a discussion/reflection on the meanings given to teaching practice and its articulation with initiatives to understand it and promote the improvement of learning in physics.

**Keywords:** Physics teaching. Teaching per Inquiry (TI). Argumentation.

## Introdução

A argumentação é utilizada na vida cotidiana em situações comuns, profissionais, jurídicas, etc. Quando se defende um posicionamento, justificam-se escolhas, reivindicam-se direitos mediante um suporte legal ou mesmo ao rejeitar algum pensamento ou atitude amparada em uma razão, estamos argumentando. Quanto maior o conhecimento de causa e a congeminação de ideias, mais eficaz é o argumento.

*The skills off arguments*, publicado por Deanna Kuhn (1991), consubstancia resultados relevantes de uma ampla pesquisa sobre argumentação e educação. Em seus relatos, evidencia-se uma defasagem na argumentação voltada para o exercício da cidadania. A autora adverte para a urgência de ações com esse viés educativo e social. Ainda hoje, nota-se essa necessidade quando a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) apresenta a perspectiva do aprimoramento do educando como pessoa humana em competências específicas e habilidades da área de ciências por meio do incentivo à leitura e análise de materiais de divulgação científica, à comunicação de resultados de pesquisas, à participação e promoção de debates, entre outros.

Pretende-se, também, que os estudantes aprendam a estruturar discursos argumentativos que lhes permitam avaliar e comunicar conhecimentos produzidos, para diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e implementar propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e socioambientalmente responsáveis (BRASIL, 2017, p. 552).

Portanto, nas concepções contemporâneas de educação, o desenvolvimento das habilidades de pensamento crítico (argumentar, analisar e inferir) torna-se essencial. O cidadão preparado não é aquele que apenas reproduz respostas a partir de um modelo pronto, mas o que se posiciona, considera suposições, critica e age de forma coerente com sua realidade contribuindo para uma sociedade melhor.

Dentre as propostas de ensino que favorecem de forma significativa o desenvolvimento da argumentação verifica-se um aspecto em comum: o engajamento dos alunos através de uma postura ativa e colaborativa. A pedagogia de projetos costuma ser uma possibilidade bastante efetiva que aproxima professor e aluno ao estabelecer uma parceria, modifica o modelo de aula praticado tradicionalmente. Nos moldes do trabalho desenvolvido, optamos por trabalhar com

projetos numa perspectiva do Ensino por Investigação (EI), implantado em grupos de estudantes corroborando o diálogo entre eles e um envolvimento em torno de objetivos comuns. Portanto, entende-se que o EI 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.

O EI constitui uma abordagem didática em concordância com os propósitos vinculados ao ensino de Física no viés de uma metodologia ativa. Ferraz e Sasseron (2017) observam como benefícios de sua utilização a construção de uma visão não deformada da ciência e do trabalho científico que abaliza processos cognitivos dos estudantes e patrocina o adiantamento de habilidades comunicativas, do pensamento crítico e do raciocínio lógico permitindo a articulação do trabalho prático e intelectual.

A utilização de estratégias adequadas para apreciar os avanços alcançados nesse âmbito educativo requer estudos e experimentação de diferentes recursos. O padrão argumentativo de Toulmin (TAP) representa uma alternativa que deve ser compreendida em um contexto de análise criteriosa das práticas pedagógicas.

Dada a experiência da professora pesquisadora, uma das autoras deste artigo, no ensino de Física para turmas do Ensino Médio, conformou-se uma preocupação legítima relativa às condições necessárias para um engajamento efetivos dos seus alunos nas práticas de sala de aula e que envolvem práticas argumentativas. Por outro lado, não menos importante, configurou-se também a necessidade de estabelecer critérios para avaliação dos avanços proporcionados nesse contexto. Considerando que o objeto de análise se trata da atuação da própria professora pesquisadora, utilizamos princípios da pesquisa-ação tendo como alvo as interações professora/alunos numa perspectiva de Ensino por Investigação. As práticas argumentativas dos estudantes durante o desenvolvimento de projetos de investigação foram acompanhadas e analisadas segundo o TAP.

### **Contextualizando as práticas argumentativas**

Ao longo da história vários filósofos e cientistas discutiram questões relativas à lógica formal e à retórica. A primeira se firmou em fatos comprovados e certezas, seguiu uma linha extremamente positivista, e alcançou um status inicialmente superior. A segunda, a priori era entendida como a arte de ludibriar, conquistou um ar assaz pejorativo sendo criticada e seu uso menosprezado. Todavia, sofreu uma evolução com o refinamento das análises que envolviam assuntos práticos.

Na lógica formal não existe espaço para interpelações já que todas as informações devem aparecer de forma explícita, se encaixando ao modelo matemático a ser seguido, pois afinal neste ponto de vista, “onde há dúvida não pode haver ciência”. É óbvio que permanece uma lacuna em se tratando de abordagens possíveis e abstrusas as quais não estejam ajustadas a tal padrão e nem por isso se tratam de informações errôneas.

Bachelard ajuíza a necessidade de abandonar o realismo ingênuo das propriedades meramente matematizadas, considerando matemática e experiência, leis e fatos, trabalhando sob

o ambiente no nível das relações essenciais que sustentam tanto o espaço quanto os fenômenos. O seguinte questionamento é contundente: “Já que o concreto aceita a informação geométrica, já que o concreto é corretamente analisado pelo abstrato, por que não aceitaríamos considerar a abstração como procedimento normal e fecundo do espírito científico?” (BACHELARD, 1996, p. 8).

Pontua-se, no entanto, os estudos bachelardianos aplicados ao desenvolvimento do pensamento científico e não especificamente da arte retórica. Mas avista-se uma compatibilidade em sua análise e a de outros autores que figuram na área específica da argumentação.

Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), na ocasião da publicação do “Tratado da argumentação: a nova retórica” promoveram uma ruptura entre as compreensões de razão e raciocínio de Descartes. A argumentação é própria do ser racional, mas abrange o provável admitindo as incertezas no campo onde se articulam valores abstratos e concretos. Estes autores reiteram que a retórica traz consigo a vantagem de incluir os questionamentos, o pluralismo de valores e ideias.

Portanto, com o passar do tempo a retórica passou a ocupar lugar no campo filosófico e ser entendida num aspecto divergente da racionalidade cartesiana do conhecimento. Assim, o seu caráter inconveniente foi atribuído a “ética” de quem a utiliza com a intenção de vencer a qualquer custo um debate, e não a sua arte propriamente dita.

Meyer (2007), por sua vez, assinala que não há discurso sem retórica. No meio jurídico repleto de argumentações intensas, nas situações mais inusitadas da vida, ou na arte de um poeta, a comunicação encontra-se em conformidade com a retórica. O autor entende a retórica como uma argumentação condensada que embora seja digna de cuidados, também proporciona caminhos importantes na revelação e definição de vários tópicos.

Observa-se que o histórico até aqui oferecido denota uma transformação no meio científico no que diz respeito à argumentação. Entende-se que a área de atuação e as finalidades de determinado projeto possam direcionar para a utilização de um aporte teórico positivista ou optar por uma linha mais flexível sem que se perca o rigor indispensável na validação dos resultados obtidos.

Outrossim, o conceito de argumento pode sofrer algumas alterações de acordo com a proposta sintética de cada autor e seu campo de atuação. No entanto, a conceituação construída por alguns pesquisadores da área (ERDURAN, 2008; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2008; KRUMMHEUER, 1995; VAN EEMEREN, 1996) se ajusta às asserções desta pesquisa, assim nos apoiaremos em tais vertentes. O argumento é a exposição proposital de um pensamento durante ou após sua elaboração. Relaciona-se à capacidade de articular dados e conclusões, avaliando premissas teóricas à luz de experiências cotidianas e outras fontes diversas. Constitui-se em uma atividade social, intelectual, verbal e/ou não verbal, de grande eficiência na sustentação ou refutação de opiniões. Engloba um conjunto de alegações que são dirigidas a um público alvo com finalidade de obter aprovação de um ponto de vista. O conteúdo do argumento expõe teorias, dados, justificações e conhecimentos básicos. A habilidade de associar esses elementos

profere qualidade ao argumento e desempenha um papel de destaque na formulação de teorias, explicações e modelos.

Toulmin (2006) aponta o distanciamento da lógica formal em relação aos usos práticos da lógica assinalando a necessidade da inquisição de outros modelos para avaliar argumentos práticos. Essa ressalva se justifica pela utilização coloquial da argumentação nas mais diversas situações e setores. Nem sempre a construção do argumento segue uma estrutura coerente com os paradigmas impostos. Pontos de vista são colocados, decisões proferidas, fatos expostos, valores e crenças enunciados, muitas vezes de maneira desordenada e corriqueira, sem a preocupação de se ajustar a uma norma científica.

Comprovada a impotência da lógica formal, Toulmin (1972) propõe a consideração das mudanças conceituais, experiência histórica e psicossocial autênticas dos cientistas e a enorme diversidade de normas racionais aceitas nos diferentes meios socioculturais como ponto de partida para novas variantes sugeridas. Suas ideias atendem ao progresso do conhecimento nevrálgico e abortam critérios universais para medir a validade do argumento.

Nesse viés, Breton (1999) busca regularidades entre os argumentos nas variadas circunstâncias, e afirma que a convergência entre os códigos empregados pelo orador e o auditório confere de certa forma validade ao argumento. Outra estudiosa destaca a índole contraditória da argumentação, e defende a consideração de alternativas opostas às afirmações colocadas como necessárias a estrutura consistente do argumento. Formalizando uma articulação entre argumento e contra-argumento de forma proativa (KUHN, 1991).

Rezende (2010, p.111) faz uma breve retrospectiva da retórica fundamentada na obra de autores como Perelman, Toulmin e Meyer e conclui: “a qualidade conferida a um argumento, fazendo-o digno de crédito e confiança, é influenciada tanto pela autoridade de quem fala, como pelos indícios que servem de base ao argumento.” Mas como produzir argumentos? Existe um modelo básico que possa auxiliar tal tarefa?

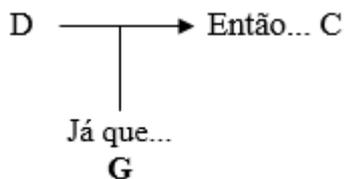
### **O Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP)**

Segundo Toulmin (1958, p.136), 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 fundamentos 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 procura 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

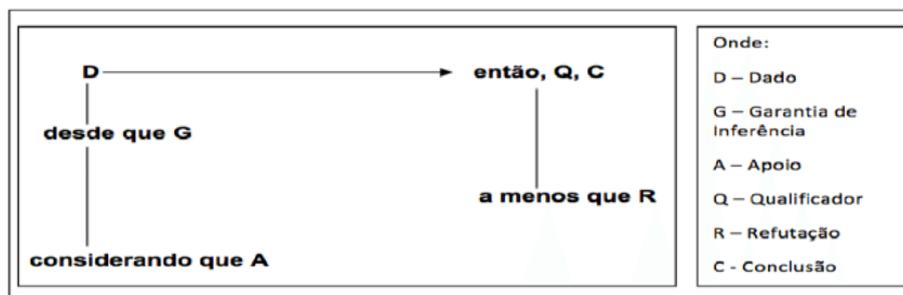


Fonte: TOULMIN, 2006.

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. Ele deve ser retirado de uma informação básica e pode ser expresso com afirmações categóricas ou dado invocado em suporte direto. Os apoios têm origem bastante diversificada. O autor supracitado intitula campo-dependência a variabilidade do apoio 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 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 falantes 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, 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.

O padrão argumentativo de Toulmin (2006), apesar de não ter sido instituído de maneira específica para a área da educação, é uma ferramenta valiosa neste contexto podendo ser ajustada às condições vivenciadas em sala de aula. Permite uma análise com base em seis elementos lógicos fundamentais (Dado, Garantia, Apoio, Qualificador, Refutador e Conclusão). Nota-se que o modelo em questão considera o discurso monogerido, entretanto o qualificador representa uma possibilidade de estabelecer o diálogo e dinamismo ao processo argumentativo (PLANTIN, 2005).

Ao ponderar os prós e contras do TAP alguns pesquisadores da área justificam sua utilização relacionando as características do discurso aos aspectos centrais da argumentação científica (CAPPECHI; CARVALHO, 2004). E apesar de apresentar limitações contextuais, as vantagens de seu uso são evidentes e sobressaem a esses delineamentos. Assim sendo, o padrão de Toulmin tem merecido destaque na conjuntura do ensino de ciências, no sentido de nortear a ação docente, com vistas no desenvolvimento da habilidade argumentativa dos estudantes.

Conforme o exposto, o TAP pode ser adaptado a situações de ensino e alguns requisitos delimitados para que se possam classificar argumentos estudantis com legitimidade. Zohar e Nemet (2002) cumpriram tal intento com o desígnio de verificar a qualidade de argumentos escritos por alunos, quanto à estrutura e ao conteúdo. Os autores avaliam como um argumento “forte”, aquele capaz de apresentar garantias suficientes conectadas a uma conclusão que esteja vinculada a fatos e conceitos científicos específicos, verdadeiros e proeminentes. Um argumento “fraco” seria aquele estabelecido de garantias irrelevantes. As garantias são por eles observadas em relação ao nível de conhecimento científico incluído, a saber: a não consideração de conhecimento científico; erros no conhecimento científico; conhecimento científico não específico; conhecimento científico correto.

Por outro lado, Erduran, Simon e Osborne (2004) sugerem um artifício de análise da qualidade dos argumentos a partir da observação dos elementos componentes do argumento, segundo o TAP. Para eles as combinações com maior número de componentes constituem argumentos mais bem-idealizados. Portanto, um argumento que apresenta “conclusão/dado/garantia” é menos aprimorado que outro com “conclusão/dado/garantia /refutação”. Destarte, os autores recomendam combinações de componentes, como ordenação de complexidade do argumento:

- CDG (conclusão/dado/garantia),
- CDGA (conclusão/dado/garantia/apoio),
- CDGR (conclusão/dado/garantia/refutação),
- CDGQ (conclusão/dado/garantia/qualificador),
- CDGAQ (conclusão/dado/garantia/apoio/qualificador),
- CDGAQR (conclusão/dado/ garantia/apoio/qualificador/refutação).

Contudo, percebe-se que esse método desconsidera a frequência dos elementos do TAP; assim um argumento com duas ou mais garantias teria a mesma classificação daquele com apenas uma.

## Aspectos metodológicos

A pesquisa teve como base um levantamento bibliográfico para fundamentar as etapas previstas. Pode-se citar como um ponto positivo o fato da pesquisadora ter expandidas suas possibilidades de análise em comparação ao que seria obtido com a cobertura direta do fenômeno em questão. 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 pesquisadora que estava inserida diretamente no contexto investigado. Concordamos com Elliot (1998, p. 167) que “associa ensino e desenvolvimento do professor, desenvolvimento do currículo e avaliação, pesquisa e reflexão filosófica em uma concepção holística de prática reflexiva educativa”. Destaca-se também a necessidade de fazer emergir a percepção de *professor-pesquisador* como possibilidade efetiva para a melhoria no ensino de Ciências (MOREIRA, 1989).

Esta pesquisa foi 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 alunos incluídos na pesquisa foram nomeados de acordo com sua disponibilidade/ interesse em contribuir com os passos da mesma, seu período escolar e por trabalharem e vivenciarem o tema do estudo de caso da investigação.

A fonte de dados utilizada foi o registro dos áudios das apresentações dos estudantes nos seminários que aconteceram durante quatro aulas, sendo cada uma de cinquenta minutos, no segundo bimestre do mês de junho de 2019 na própria sala de aula.

Posteriormente, os dados foram transcritos e analisados utilizando como estratégia de 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, p. 2) 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?”

Na presente pesquisa almejou-se uma verificação estrutural do argumento, de modo que nos inspiramos no método de Erduran, Simon e Osborne (2004) com alguns ajustamentos referentes à frequência dos elementos e ainda uma análise epistêmica que será baseada no modelo sugerido por Zohar e Nemet (2002), este para averiguação dos conhecimentos científicos presentes nas falas estudantis e explicitação da utilização prática dos conceitos por eles abordados. O quadro a seguir ilustra o detalhamento dos critérios que foram por nós utilizados:

Quadro 1- Critérios de análise dos argumentos estudantis

Critério	Nível	Descrição
Estrutura do argumento (de acordo com o TAP)	1	CDG (conclusão/dado/garantia)
	2	CDGA (conclusão/dado/garantia/apoio) CDGR (conclusão/dado/garantia/refutação) CDGQ (conclusão/dado/garantia/qualificador)
	3	CDGAQR (conclusão/dado/garantia/apoio/qualificador/refutação)
Observação: A cada elemento repetido a pontuação do argumento foi acrescida de 0,5 até que se atingisse a pontuação de um argumento complexo que se associa ao nível 3.		
Conhecimento científico e contextualização	3	Conhecimento científico com aplicações práticas.
	2	Conhecimento científico contextualizado sem aplicações práticas.
	1	Conhecimento científico não contextualizado.

Fonte: Autores, 2020.

Espelhamo-nos em Erduran, Simon e Osborne (2004) para distribuir os argumentos em níveis que se associam às questões já antecipadas no roteiro, tais como número e repetição de determinados elementos. Estendemos a metodologia também aos assuntos referentes ao conhecimento científico. O nivelamento consiste em ferramenta principal de análise devido à subjetividade do objeto.

Ressalta-se que os alunos envolvidos no estudo não tiveram conhecimento do TAP nem mesmo foram alertados quanto a esses critérios. Durante a pesquisa em momento algum se abordou técnicas de argumentação com os estudantes. Nosso objetivo maior foi observar seu processo de desenvolvimento no ensino de Física por investigação.

Em relação à composição do argumento: o nível 1 representa o mais simples, com a presença apenas dos elementos básicos do TAP. O 2 é de estrutura mediana e, 3 os mais aperfeiçoados. Os níveis 2 e 3 já apresentam elementos acessórios do TAP. A repetição de elementos foi pontuada até que se atingisse o nível 3 de um argumento com maior completude.

Já, quanto à linguagem adotada pelos discentes, atentamos para o ponto de vista epistêmico. Exploramos o domínio específico do conteúdo que engloba definições, conceitos, contextualização e aplicações práticas. O conhecimento científico não contextualizado ficou com nível 1, pois durante a pesquisa este quesito foi colocado a todo tempo e sua ausência caracteriza certa negligência. O conhecimento científico contextualizado sem aplicações práticas teve nível 2 e o conhecimento científico com aplicações práticas e, portanto, contextualizado 3.

A melhor qualidade argumentativa, a nosso ver, não se restringe a apenas um desses prismas, mas à inter-relação entre eles. Por exemplo, não podemos dizer que um argumento é forte se possui muitos elementos, mas suas garantias são insignificantes e este não apresenta uma relação lógica entre os componentes. Por outro lado, um argumento simples em sua representação gráfica pode ter grande profundidade de conhecimentos científicos e ideias bem formuladas. Deste modo, um argumento “ótimo” exige uma ordenação de ideias coerentes, bem elaboradas, conteúdo que indique domínio do falante sobre o tema abordado e estrutura que estabeleça uma correlação lógica entre os elementos do TAP.

## Resultados e discussões

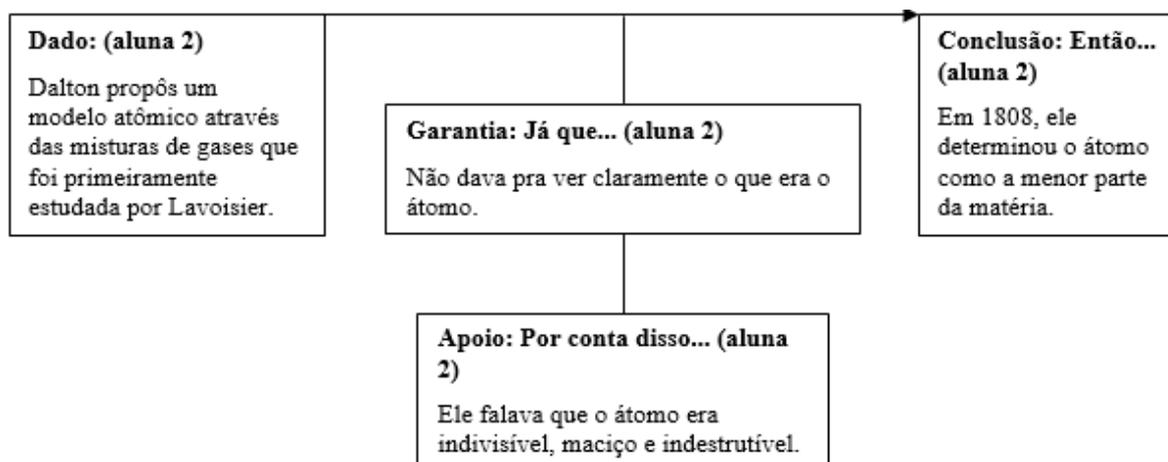
A seguir apresentamos alguns recortes com diálogos dos estudantes durante os seminários. Apesar de ter sido gravado áudio de todos os alunos que se dispuseram a participar da pesquisa, optamos por selecionar alguns trechos a serem destacados nas análises. A escolha dos áudios e argumentos a seguir se relacionam a proeminências importantes as quais foram citadas durante o desenvolvimento deste trabalho investigativo. A repetição de palavras, bem como os erros de concordância ou a não observância do português culto tiveram a intenção de manter as características originais dos argumentos e o não comprometimento de suas análises.

Outro entendimento importante é que os elementos do TAP estão sujeitos a interpretação do pesquisador. Assim, a escolha do que seria o dado ou o apoio pode ser diferente para cada um. Encaixar os elementos no TAP é uma ação particular, altamente analítica e crítica podendo muitas vezes incorrer em discordância entre pesquisadores (KELLY; REGEV; PROTHERO, 2008; OLIVEIRA; BATISTA; QUEIROZ, 2010).

Observa-se que, na prática, a ordem das falas nem sempre é aquela sugerida no TAP. A conclusão aparece entremeadada pelos outros elementos. Assim, a organização das ideias da estudante não seguiu um molde.

O argumento além dos elementos essenciais (D, G, C) apresenta o apoio, podendo ser considerado de estrutura mediana. Na figura abaixo, apresentamos o TAP para um momento ocorrido durante o seminário do grupo 1, que tratou do tema “Introdução à Física Nuclear e ao núcleo atômico”:

Figura 3- Fala da aluna 2 no TAP



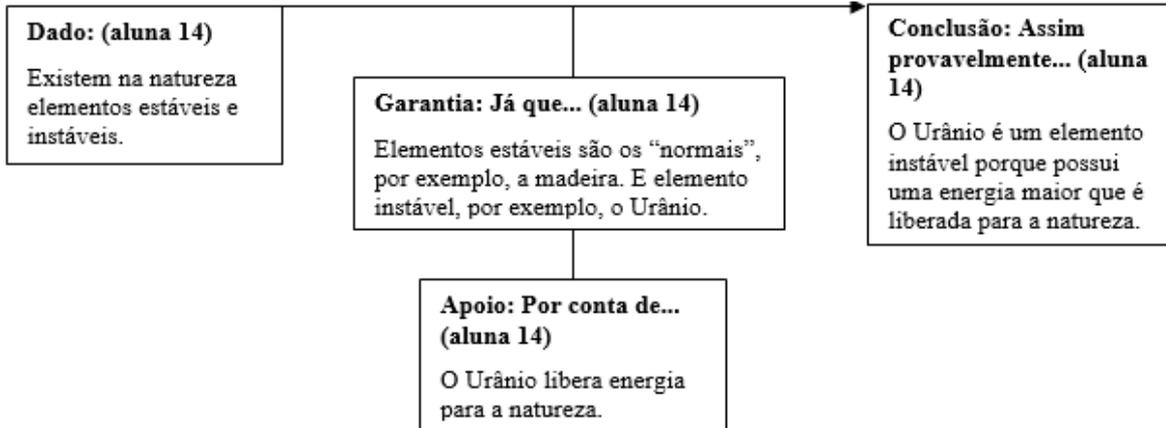
Fonte: autores, 2020.

Para sustentar sua conclusão, a aluna se aprofundou na pesquisa sobre os estudos realizados por Dalton, explicando o modelo por ele desenvolvido de maneira condizente. Portanto, conclui-se que a informação proferida possui teor científico e, se comparada com os questionamentos iniciais ocorridos na monitoria (Quem é esse Dalton mesmo professora? O que ele fez de importante? Seus estudos ainda prevalecem hoje?), demonstra aprendizagem durante o processo.

A aluna não explanou a utilidade de suas informações em termos práticos, mas seu argumento apresenta um conhecimento contextualizado sendo considerado bom. Seu timbre de voz e postura denunciavam o quanto estava segura e a vontade a frente da turma. Seu argumento foi aceito pelos colegas.

O recorte abaixo foi retirado da apresentação do seminário do Grupo 2: “Radioatividade e lei do decaimento radioativo”:

Figura 4- Fala da aluna 14 no TAP



Fonte: Autores, 2020.

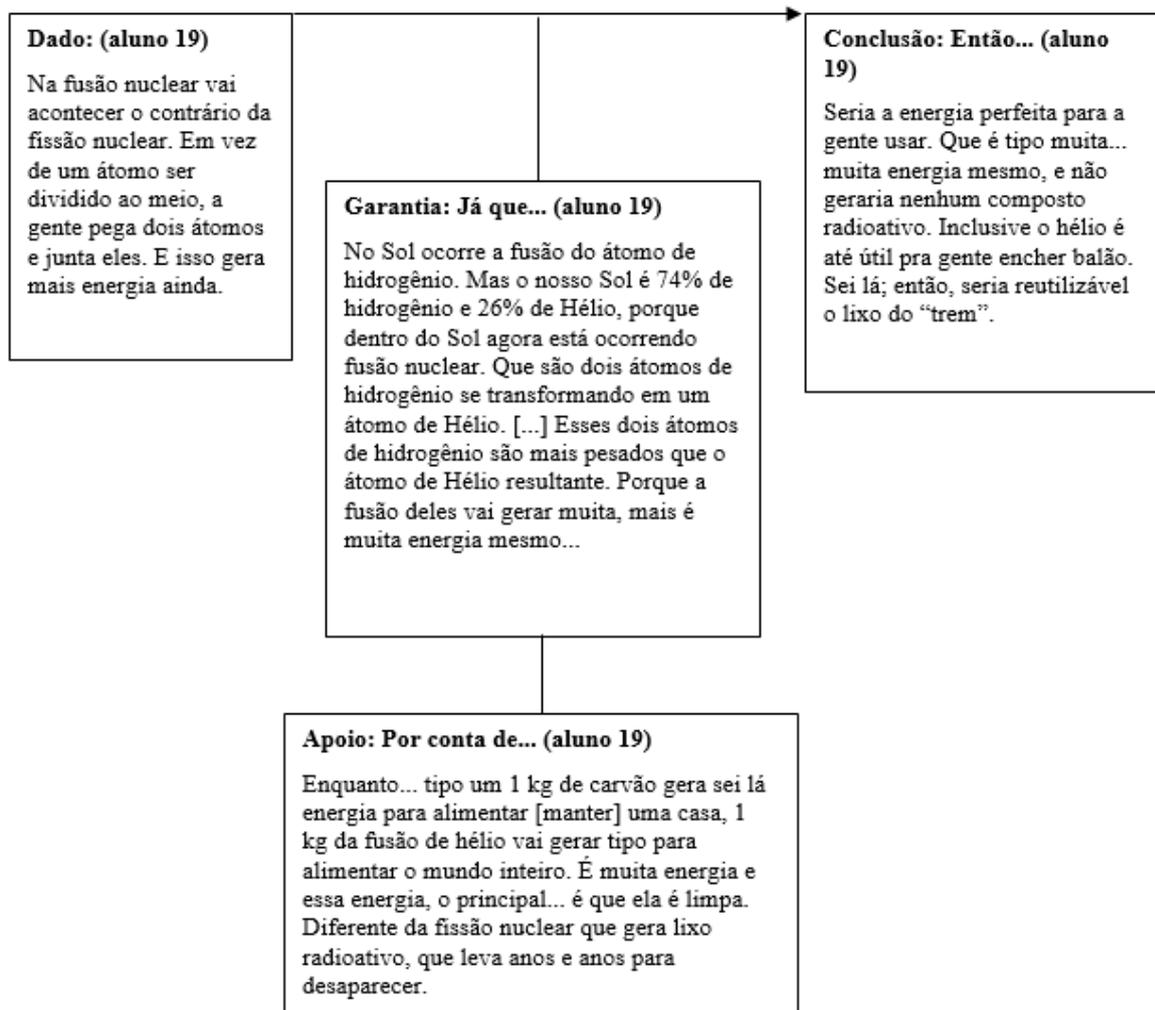
A Aluna 14 transmitiu o conceito básico de estabilidade nuclear aos seus colegas empregando a exemplificação em seu argumento. Todavia, percebe-se uma linguagem bastante informal quando ela diz “elementos estáveis são os normais”. Aqui, nota-se que o palavreado do senso comum, ainda se mistura aos conhecimentos científicos. No discurso proferido a estudante destaca conhecimentos abordados na Física e na Química.

Quando comparado ao TAP, percebe-se a presença de distintos elementos (D, G, A e C) que conferem um grau mediano de organização ao argumento. Contudo, as exposições da estudante estavam parcialmente corretas e contextualizadas sem conter aplicações cotidianas, por isso consideramos seu argumento fraco. A conclusão não foi explícita sendo necessário inferir sobre os subsídios apresentados para extraí-la.

Ao citar a madeira percebe-se uma confusão com elemento químico. Mas a ideia de estabilidade e instabilidade está presente na frase dela. Ao dizer que o Urânio tem uma energia maior, que é liberada para a natureza, também apresenta alguma incorreção. Entretanto, depreende-se que ela esteja pensando no acréscimo de energia nuclear que desestabiliza o núcleo do Urânio e provoca a emissão radioativa. Em relação ao conhecimento empregado na construção do argumento nota-se a necessidade de aprimoramento. Não houve contestação dos colegas.

No Seminário do Grupo 3: Fissão nuclear, fusão nuclear e rejeito radioativo, destacamos o seguinte recorte:

Figura 5 - Fala do aluno 19 no TAP



Fonte: autores, 2020.

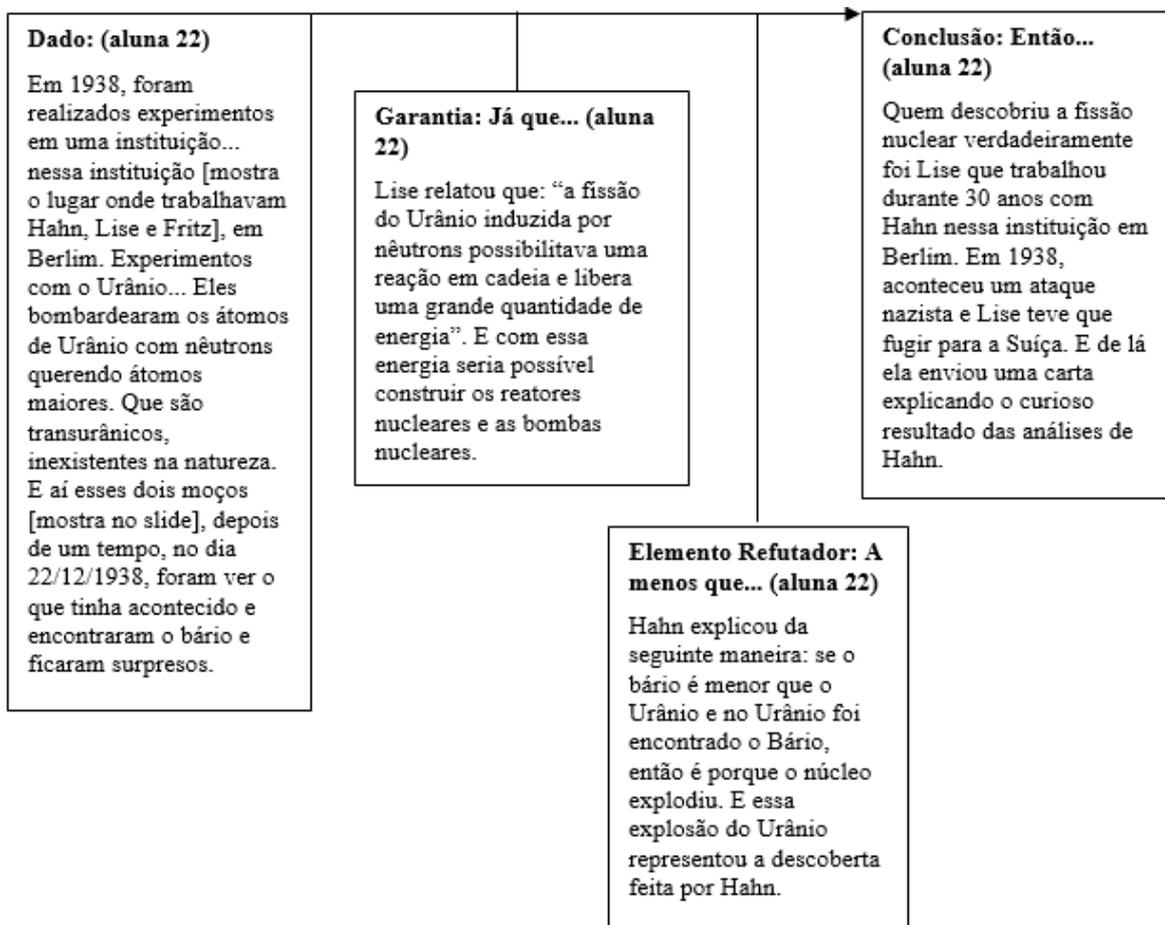
Esse argumento pode ser nomeado como conceitual e valeu-se de exemplificação e comparação como estratégia de persuasão do público. O discente estabeleceu um paralelo entre os processos de fissão e fusão explicando a fusão ocorrida no Sol, o que engrandeceu sua fala. Apesar de se mostrar preparado utilizou uma linguagem informal. Percebe-se que ainda há necessidade de aperfeiçoamento no vocabulário utilizado, pois quando o Aluno 19 diz que o átomo de hidrogênio é mais pesado o termo ideal seria mais massivo. Ainda foi perceptível a repetição da palavra “muita” denunciando a intenção de dar ênfase na quantidade de energia produzida no processo de fusão, e mesmo a presença de vícios de linguagem como “tipo” demonstrando um pouco de nervosismo.

Nota-se a persistência da dificuldade em mensurar valores denotando a aversão pelos cálculos, pois em momento algum foram citados com destaque, e sua explanação foi bastante superficial. Apesar de pronunciar os números os quais são de grande importância no entendimento dessa parte, as proporções comparativas não foram exatas (um grama de Urânio 235 libera tanta energia como a queima de 1000 kg de carvão). A declaração do aluno (Enquanto “tipo” um 1 kg de carvão gera sei lá energia para alimentar uma casa, 1 kg da fusão de Hélio vai gerar “tipo” para alimentar o mundo inteiro) foi uma suposição sem comprovação científica.

Seu argumento abarcou vários elementos do TAP e seguiu uma linha de raciocínio coerente apresentando estrutura mediana. Contudo, demonstrou-se a aplicação prática do conceito físico trabalhado ao se colocar as vantagens do processo de fusão e elegê-la como uma fonte de energia viável para a sociedade moderna. Diante das conclusões comentadas consideramos o argumento ótimo. Para conferir validade ao dado, o estudante elucidou a fusão ocorrida no Sol. Nenhuma das informações citadas foi contestada pela turma havendo concordância. Como decorrência, o aluno conseguiu passar a mensagem de forma simples e dinâmica.

O recorte da Figura 6 foi retirado da apresentação do Seminário do Grupo 4: Acidentes nucleares e o uso da radioatividade:

Figura 6- Fala da aluna 22 no TAP



Fonte: autores, 2020.

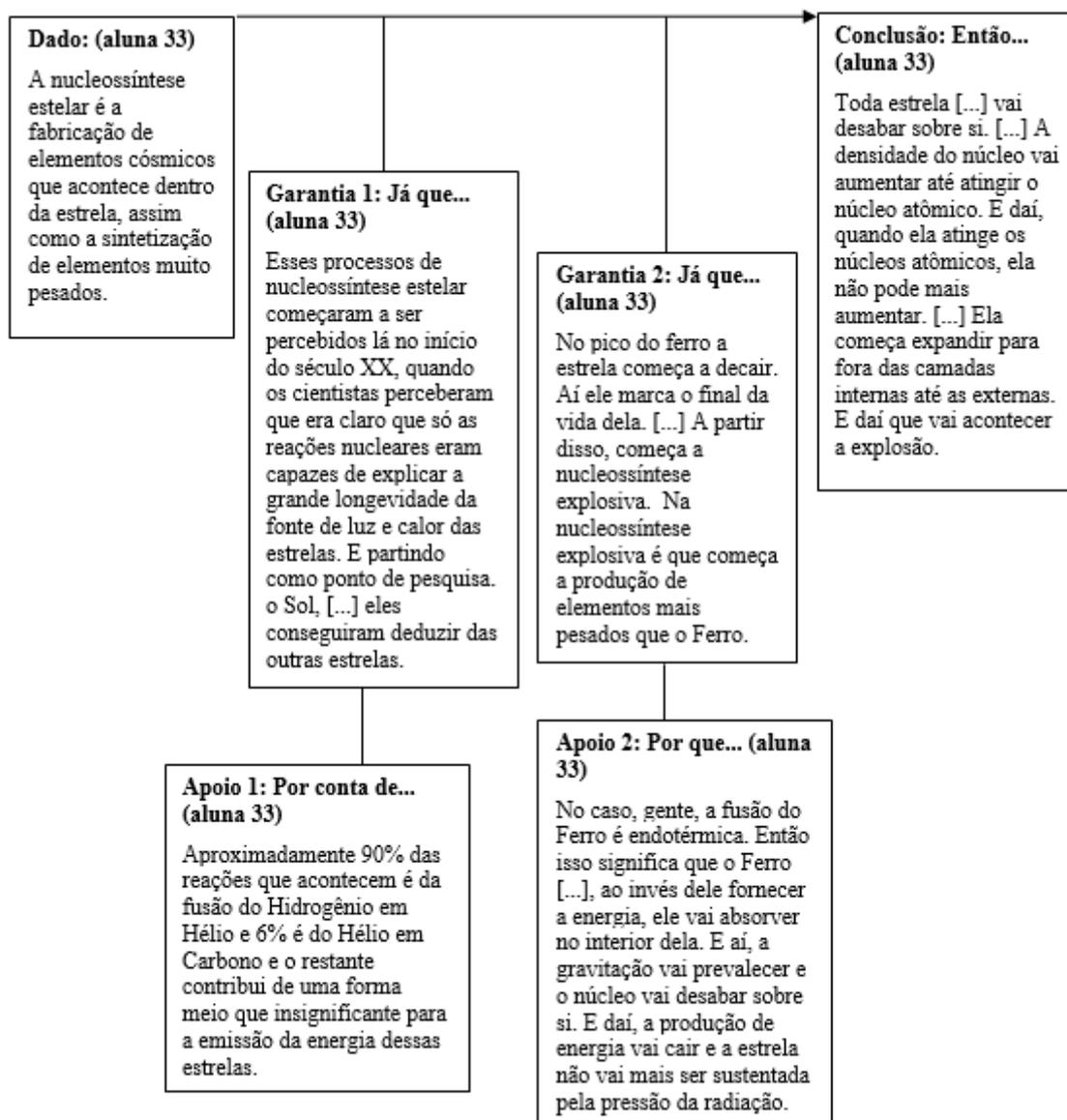
Em seu argumento, a Aluna 22 utilizou o artifício da evidência através de fatos históricos relevantes a fim torná-lo mais compreensível. Fica notória a dificuldade de pronunciar alguns nomes em língua estrangeira, causando certo embaraço. Em suas pesquisas, a estudante percebeu que apesar de Hahn levar a fama pela descoberta da fissão nuclear, quem realmente chegou a uma sistematização de informações nesse sentido, foi sua assistente Lise, embora nunca tenha recebido reconhecimento pelo feito. Suas palavras trazem um tom de denúncia e indignação.

A argumentação é carregada de conhecimentos históricos e científicos. Em relação à estrutura, o argumento atende a uma organização satisfatória sendo mediano. Não há repetição de

palavras ou utilização de gírias. A estudante é bastante tímida e mostrou-se tensa no momento de sua apresentação. No entanto, a consistência nas informações revelou um processo investigativo criterioso e ela não foi contraposta pelos colegas. Consideramos o argumento ótimo.

No Seminário do Grupo 5: Um pouco de evolução estelar e as forças fundamentais da natureza, destacamos o recorte da Figura 7:

Figura 7 - Fala da aluna 33 no TAP



Fonte: autores, 2020.

A fala da aluna mostra um entendimento profundo sobre o tema. A estrutura de seu argumento ressalta as relações lógicas entre as proposições revelando uma estrutura complexa. A riqueza de imagens utilizadas como recurso didático também fortaleceu seus posicionamentos. Nota-se a importância do processo investigativo e o envolvimento cognitivo em comparação com as monitorias.

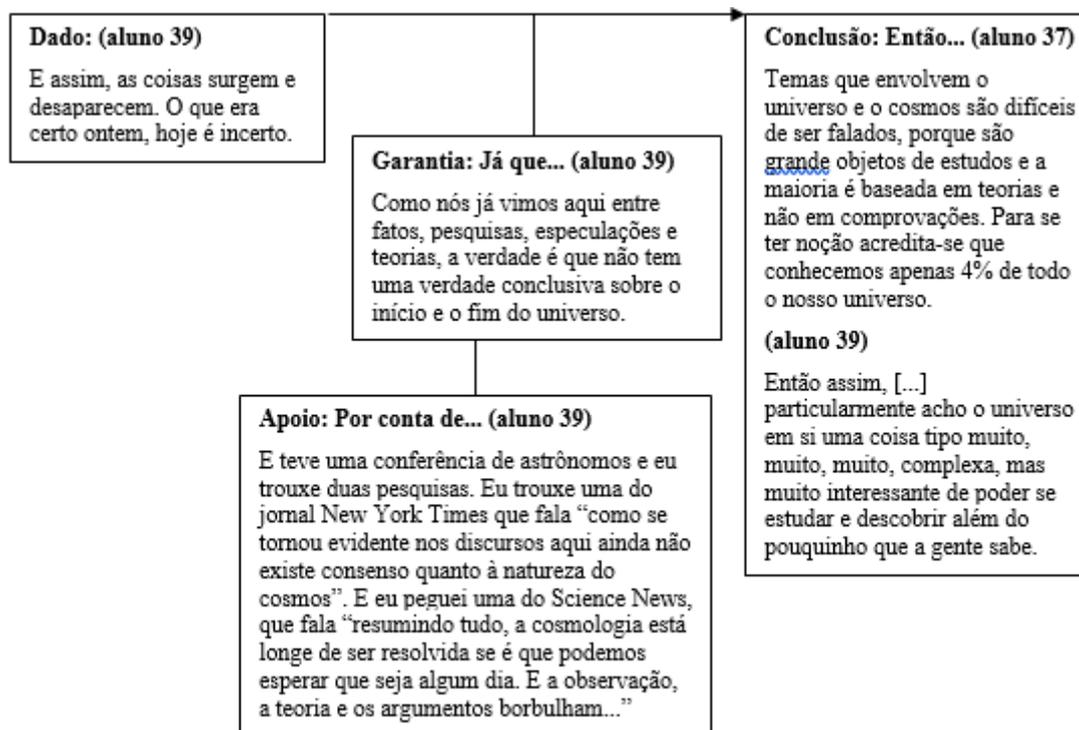
A estudante transmite segurança e bom ânimo ao passar suas informações. A linguagem empregada é rebuscada com fartura de garantias, apoios e termos científicos. Além de várias

conceituações importantes no entendimento do tópico a discente utilizou aportes históricos e matemáticos na sustentação argumentativa.

Todavia, em alguns momentos, notam-se vícios de linguagem (e aí, e daí) que denunciam certa ansiedade. Um dos fatos que trazem validade aos argumentos é a autoridade de quem está falando, pois a Aluna 33 é conhecida entre os colegas por ter como hobby o estudo do universo. Seus pontos de vista foram aceitos pela turma.

No Seminário do Grupo 6: Partículas fundamentais da matéria-antimatéria e um pouco de cosmologia, destacamos o seguinte recorte na Figura 8:

Figura 8 - Fala dos alunos 37 e 39 no TAP (Análise 12 do seminário 6)



Fonte: autores, 2020.

O temor do grupo de não ter seus argumentos aceitos pela turma evidenciou-se na conclusão, quando o Aluno 37 coloca a dificuldade de abordar as temáticas concernentes ao universo. No entanto, a argumentação bem estruturada, trazendo garantias que inspiraram a confiança dos colegas, mesmo a postura firme e coesa da equipe, surtiram o efeito desejado.

Seus suportes teóricos demonstram um amplo processo investigativo, já que utilizaram até referências em inglês, aproveitando a habilidade de dois integrantes que têm fluência na língua. As reportagens citadas na argumentação foram disponibilizadas para a turma na íntegra demonstrando o cuidado da equipe com a persuasão dos colegas de forma fundada.

No TAP o argumento apresenta uma estrutura mediana. Os pontos de vista foram apresentados de forma conexa valorizando os recursos utilizados e corroborando para a elevação do grau de força do argumento.

A repetição da palavra “muito” procura intensificar as incertezas e concomitantemente aclara o nervosismo do aluno. A harmonia dos integrantes é vivenciada ao observarmos a abertura

feita pelo Aluno 37 com uma fala que também serve de conclusão ao argumento do Aluno 39 ao fazer o fechamento das reflexões sobre o universo. O grupo atingiu o objetivo ao compreender como se faz ciência e esclarecer para os colegas seu caráter transitório.

### **Considerações finais**

A sociedade contemporânea e suas constantes transformações requerem novos rumos para o ensino de Física. Deste modo, o professor é inspirado por demandas as quais sinalizam a importância do educando estar apto a lidar com diversas informações, linguagens e tecnologias a fim de estabelecer comunicação com o mundo real: questionando-o, construindo saberes e solucionando problemas.

Deste modo, o professor é inspirado por demandas as quais sinalizam a importância do educando estar apto a lidar com diversas informações, linguagens e tecnologias a fim de estabelecer comunicação com o mundo real: questionando-o, construindo saberes e solucionando problemas.

O ambiente criado pelo EI permeou as aulas de entusiasmo, curiosidade e união da equipe para chegar a um denominador comum. Como se tratava de um tema com várias aplicações tecnológicas, e cercado de controvérsias quanto aos perigos do seu uso deliberado sem a cautela necessária, as discussões eram ricas. Por mais que uma ideia não fosse aceita pelo grupo, em nenhum momento houve recriminação ou falta de cortesia entre eles. Os desacordos permaneciam no campo da Física Nuclear.

A verificação da relevância das ações otimizadas foi imprescindível para o desenvolvimento pleno das pessoas incluídas, oportunizando o aprimoramento de disposições relacionadas à expressão oral, escrita e a seleção de informações. A pesquisa articulou conceitos e práticas, conhecimento escolar e cotidiano, e potencializou o acréscimo da criatividade e do juízo coerente contribuindo para a aprendizagem coletiva. Assim, sobreveio uma ação pedagógica reflexiva que considerou o efetivo da escola, e antagonizou com a “educação bancária”, tão criticada por Freire (1978). A professora nesta proposta passou a desafiar os alunos a serem autores funcionais, levando-os a repensar suas atitudes em relação à elaboração do conhecimento, visto que as transformações necessárias dependem da anuência e comprometimento dos mesmos. Eles devem assimilar que são os principais responsáveis pelo seu aprendizado. Desta forma, a compreensão de seu papel no cenário escolar foi primordial.

O grande desafio dessa pesquisa, no entanto, foi estimular a verbalização dos conceitos ora investigados fazendo uma transposição do senso comum para o conhecimento científico. Observou-se certa objeção em traduzir o saber formal em palavras por parte de alguns alunos (durante as monitorias). O método de problematizar encontra-se em fase inicial, fato que justifica a colocação anterior, e aponta para uma maratona didática a fim de vencer este obstáculo. Em contrapartida, nota-se o entusiasmo dos estudantes em relação aos ajustes procedimentais que deram suporte à sua autonomia, e os efeitos da metodologia pedagógica aplicada, são percebidos efetivamente.

Em relação à argumentação nos seminários, notou-se uma demonstração de firmeza nos estudantes. O tom de voz, a postura, o vocabulário utilizado e o desprendimento apontam para um progresso considerável. A necessidade que percebemos inicialmente neles de fazer analogias do conteúdo abstrato com algo concreto também foi atenuada no decorrer da jornada investigativa.

Todavia, a contra argumentação ocorreu de forma bem mais escassa. Esse é seguramente um dos aspectos que precisa de investimentos didáticos futuros. O pensamento de que seriam avaliados apenas nos seminários pode ser uma justificativa para o fato, bem como o medo de colocar o colega em situação desfavorável. Indica-se a importância da elaboração de mecanismos de avaliação que estimulem a expressão de todos afastando qualquer receio. Sabe-se do longo caminho a ser percorrido até estarem “prontos”, e questões relacionadas à personalidade de cada um também afetam seu desempenho. Alguns certamente precisam de um período ascendente para conseguirem colocar suas ideologias com maior propriedade.

Os rigores científico e pedagógico estavam alinhados ao padrão argumentativo que apesar de suas restrições contextuais permitiram uma inspeção voltada para questões práticas e específicas do meio acadêmico. A conservação de um pensamento de argumentação proativa e desprovida de normas, mas nem por isso inepta mediou nossos empreendimentos didáticos. A análise de conteúdo que consente deduções lógicas e contextuais, bem como as adaptações implementadas ao TAP a fim de abarcar um exame precípuo e epistêmico atenderam às necessidades da pesquisa e trouxeram legitimidade aos resultados.

A argumentação traz grandes benefícios para os discentes no que diz respeito ao seu entendimento das relações éticas e culturais existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Habilita-os também a aplicarem os conhecimentos científicos em diferentes contextos através da investigação e a resolução de situações problemáticas coloquiais. Simultaneamente ao exposto, é majorada a facilidade de expressão escrita e oral, bem como um vasto repertório crítico.

A implantação do ensino por investigação com predominância na resolução de problemas contextualizados subsidia o desenvolvimento dessas habilidades pelos estudantes por meio do debate, das trocas entre os pares e das interpretações. Entendemos que a produtividade dos sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem é gradual tendendo a melhorar com a continuidade das intervenções propostas. A pesquisa-ação mostrou-se eficaz no sentido de promover a reflexão pedagógica e melhoria metodológica tanto no desenvolvimento da argumentação no ambiente do EI quanto em sua análise através do TAP.

## Referências

BACHELARD, G. **A Formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2017.

- BRETON, P. **A argumentação na comunicação**. Bauru: EDUSC, 1999.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação numa Aula de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. p. 59-76.
- ELLIOT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, C.; FORENTINI, D.; PEREIRA, E. (Orgs.). **Cartografia do trabalho docente: professor(a) – pesquisador(a)**. Campinas: Mercado das Letras, 1998.
- ERDURAN, S. Methodological foundations in the study of argumentation in science classroom. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.), **Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 47-69.
- ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.
- FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. 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, P. **Cartas à Guiné-Bissau: registros de uma experiência em processo**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. (2008). 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.
- KELLY, G. J.; REGEV, J.; PROTHERO, W. 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.
- KRUMMHEUER, G. The ethnography of argumentation. In: COBB, P.; BAUERSFELD, H. (Eds.). **Studies in mathematical thinking and learning series: the emergence of mathematical meaning - interaction in classroom cultures**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1995. p. 229-269.
- KUHN, D. **The skills of arguments**. New York: Cambridge University, 1991.
- KUHN, D.; UDELL, W. The development of argument skills. **Child Development**, v. 74, n. 5, p. 1245-1260, 2003.
- MEYER, M. **A retórica**. São Paulo: Ática, 2007.

---

MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do Ensino de Ciências. **Em Aberto**, v. 7, n. 40, p. 43-54, 1989.

OLIVEIRA, J. R. S.; BATISTA, A. A.; QUEIROZ, S. L. Escrita científica de alunos de graduação em química: análise de relatórios de laboratório. **Química Nova**, v. 33, n. 9, p. 1980-1986, 2010.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. **Tratado da Argumentação**: a nova retórica. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

PLANTIN, C. **L'argumentation**: histoire, theories et perspectives. Paris: Presses Universitaires de France. 2005.

REZENDE, W. S. Três grandes marcos do resgate retórico: Perelman, Toulmin e Meyer. **CSOnline Revista Eletrônica de Ciências Sociais**, ano 4, n. 10, maio/ago. 2010.

TOULMIN, S. E. **Human understanding**. Madrid: Alianza Editorial, 1972. (The collective use and evolution of concepts).

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

VAN EEMEREN, F. H. *et al.* **Fundamentals of argumentation theory**: a handbook of historical backgrounds and contemporary developments. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

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