

## **A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A ARGUMENTAÇÃO NAS AULAS DE FÍSICA**

### **THE HISTORY OF SCIENCE AND ARGUMENTS IN PHYSICAL LESSONS**

Kayanne Lia Prado Angelo Leprique<sup>1</sup>  
Luciano Carvalhais Gomes<sup>2</sup>

#### **Resumo**

Estudos sobre a importância da linguagem para o ensino de Ciências têm apontado a argumentação como uma perspectiva integradora para a formação do indivíduo não somente através de uma ênfase curricular excessiva, mas voltada para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia desse estudante. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi investigar a emergência de situações argumentativas em sala de aula proporcionada por uma sequência didática alicerçada em textos históricos sobre o conceito de inércia. A proposta didática foi desenvolvida na disciplina de Física em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública durante o primeiro trimestre letivo de 2018. O presente estudo foi originado da pesquisa de mestrado de “Autor”. Os dados foram analisados a partir do padrão de argumento de Toulmin e da metodologia sugerida por Erduran, Simon e Osborne para avaliar a qualidade dos argumentos formulados no contexto escolar. Os resultados da pesquisa sugerem que o uso da História da Ciência no ensino de Física foi capaz de proporcionar o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos alunos. Observamos também que os alunos utilizaram, na maioria dos casos, argumentos de boa qualidade do ponto de vista estrutural, sobretudo quando estes advogavam em favor da mecânica newtoniana.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Produção de argumentos. Textos históricos.

#### **Abstract**

Studies on the importance of language for science teaching have pointed to the argumentation as an integrative perspective for the formation of the individual not only through an excessive curricular emphasis, but focused on the development of critical thinking and autonomy of this student. Therefore, the objective of this research was to investigate the emergence of argumentative situations in the classroom provided by a didactic sequence based on historical texts on the concept of inertia. The didactic proposal was developed in the discipline of Physics in a class of the 1st year of the High School of a public school during the first quarter of 2018. The present study was originated from the master's research of “Author”. The data were analyzed based on the Toulmin argument pattern and the methodology suggested by Erduran to evaluate the quality of the arguments formulated in the school context. The search results suggest that the use of the History of Science in Physics teaching was able to provide the development of students' argumentative capacity. We also observed that the students used, in most cases, arguments of good quality from a structural point of view, especially when they advocated in favor of Newtonian mechanics.

**Keywords:** Physics Teaching. Production of arguments. Historical texts.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá

## **Introdução**

As pesquisas em argumentação no ensino de Física têm apontado como uma perspectiva integradora para a formação do indivíduo que privilegie não somente os conteúdos disciplinares, mas que desenvolva competências e habilidades que promovam, principalmente, a autonomia (ERDURAN, SIMON, OSBORNE, 2004; VIEIRA, NASCIMENTO, 2013). A argumentação em sala de aula se estabelece mediante a contraposições de ideias e o esforço em justificá-las visando o convencimento de um público (VIEIRA, 2011). Diante disso, têm se realizado pesquisas no contexto escolar a fim de desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos (CAPECCHI, CARVALHO, 2000; ERDURAN, SIMON, OSBORNE, 2004; SÁ, 2006).

Para propor o desenvolvimento da capacidade argumentativa de estudantes, Sasseron e Souza (2017) partem do entendimento de que a mesma é uma atividade central do fazer Ciência, pois está aliada à discussão de ideias e avaliação de alternativas. Por meio de uma perspectiva histórica da construção do conhecimento científico podemos compreender bem essa ideia (MARTINS, 2006), já que o processo para se chegar aos produtos da Ciência requer de seus estudiosos um alto poder argumentativo. Assim, utilizar a História da Ciência em propostas didáticas que visem a argumentação no contexto escolar pode ser uma possibilidade dentro da pesquisa em argumentação no ensino de Física.

O presente trabalho originou-se da pesquisa de mestrado realizada através do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM) de “Autor” (2019). Temos como objetivo principal, discutir as contribuições de uma Sequência Didática sobre inércia fundamentada em textos históricos na promoção da argumentação em sala de aula. Para análise dos dados, utilizamos o padrão de argumento de Toulmin (2006) e a metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004) para a análise da qualidade dos argumentos formulados.

Para embasar nosso estudo, utilizamos a definição de argumento de Vieira e Nascimento (2013) que será apresentada na seção seguinte. Também fizemos uma revisão da literatura das pesquisas em argumentação e em História da Ciência no ensino de Ciências.

## **Argumentação no Ensino de Ciências**

Sasseron e Souza (2017) chamam de interações discursivas quaisquer trocas humanas mediadas pela linguagem e ressaltam sua importância no ensino de Física. A partir da década de 1980, o estudo sobre as interações discursivas no âmbito escolar tem crescido e expressa a importância da linguagem em sintonia com uma visão mais ampla do sentido de ensinar Ciências,

vista não apenas como conceitos e definições, mas também como cultura (SASSERON; SOUZA, 2017).

A orientação discursiva argumentativa é uma atividade que envolve os indivíduos no aspecto social, intelectual e verbal. Uma vez expostos à confrontação de vários pontos de vista, os estudantes são levados a produzirem argumentos de forma que possam justificar esses pontos de vista (VIEIRA, 2011). Assim, um argumento pode ser entendido como resultado do esforço em justificar uma opinião objetivando o convencimento de um público (VIEIRA; NASCIMENTO, 2013).

A produção do conhecimento científico está intimamente ligada à argumentação. Segundo Latour e Woolgar (1986), os cientistas não se detêm simplesmente à atividade de observação e experimentação, antes são leitores e escritores à medida que convencem e são convencidos. Dessa forma, para um ensino de Ciências que objetive aproximar-se da prática científica deve-se considerar a argumentação como parte importante do aprendizado (BOZZO, 2011). Em outras palavras, “[...] aprender ciências seria aproximar as formas de pensamento das pessoas à forma argumentativa pela qual a ciência é construída e debatida entre seus membros” (VIEIRA; NASCIMENTO, 2009, p. 83).

Em síntese, segundo Vieira e Nascimento (2013), é possível elencar várias características formadoras associadas à argumentação em sala de aula, com destaque para cinco delas:

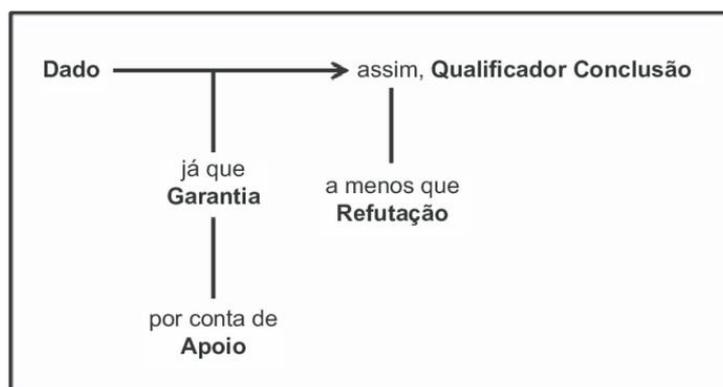
1. Potencial para desenvolver compreensões conceituais e epistêmicas dos estudantes;
2. Possibilidade de os estudantes construírem afirmações baseadas em evidências, podendo refletir e criticar suas próprias afirmações e as dos colegas, o que leva ao desenvolvimento do pensamento crítico;
3. Argumentação em salas de aula é publicamente reconhecível; assim, o pensamento dos alunos pode ser avaliado pelo professor e seus colegas;
4. Por meio da articulação de afirmações baseadas em evidências, discurso crítico e reflexão, processos cognitivos de ordem superior podem ser desenvolvidos;
5. Possibilidade de os estudantes desenvolverem autonomia em tomadas de decisões conscientes.

### **O Padrão de Argumento de Toulmin**

O Toulmin's Argument Pattern (TAP), ou, na tradução literal, Padrão de Argumento de Toulmin diz respeito à análise de argumentos a partir de elementos lógicos básicos: conclusão (C), dado (D), garantia (J), apoio (B), refutação (R) e qualificadores (Q).

Se uma pessoa faz uma alegação (C) e sua alegação for desafiada, ela procurará apresentar os fatos que a fundamentam, ou seja, os dados (D). Porém, se a pessoa for desafiada a explicar como chegou a sua asserção, vai precisar mostrar que partindo dos dados (D) é legítimo chegar à conclusão (C), ou seja, será necessária uma garantia (J). Também, é possível acrescentar-se um qualificador modal (Q) ao argumento. Os qualificadores fazem referência ao grau de força que os dados imprimem à conclusão (C) devido à garantia (J). São exemplos de qualificadores modais os termos: necessariamente, certamente, possivelmente e provavelmente. Ainda é possível acrescentar no argumento situações em que a alegação não é válida, ou seja, uma refutação (R). Finalmente, um último elemento pode ser adicionado ao modelo proposto por Toulmin: o apoio ou conhecimento básico (B). Esse remete aos avais da garantia, dando suporte a ela. É o fundamento sem o qual as garantias não teriam autoridade ou vigência (TOULMIN, 2006). A Figura 1 apresenta um diagrama do Padrão:

**Figura 1** – Padrão de Argumento de Toulmin



Fonte: Adaptado de TOULMIN (2006).

O apoio (B) é também chamado de “*backing*” por alguns autores (CAPECCHI; CARVALHO, 2000; SÁ, 2006) e expressa o suporte dado ao argumento por uma lei de autoridade, jurídica ou científica. Pensando no contexto escolar, o conhecimento básico pode advir, por exemplo, de um texto didático, da fala do professor, ou mesmo de experiências vividas pelos próprios estudantes.

Esse *layout* de argumento proposto por Toulmin foi utilizado para a análise dos argumentos produzidos pelos alunos durante a resolução das questões da Sequência Didática aplicada no desenvolvimento desse estudo.

### **Classificação dos dados (D)**

Jiménez Aleixandre, Pérez e Castro (1998) fornecem novas categorias para a identificação dos tipos de dados que podem compor os discursos dos alunos em sala de aula. Segundo os autores, o dado (D) pode ser classificado como dado fornecido (DF) – pelo livro, professor,

enunciado do exercício – ou como dado obtido (DO). Este, por sua vez, é caracterizado como dado empírico (DE) – proveniente de um experimento de laboratório, por exemplo – ou como dado hipotético (DH).

Villani e Nascimento (2003) modificaram e ampliaram a categoria “dado hipotético”, passando a utilizar o termo “dado resgatado” (DR), que engloba os dados provenientes dos nossos conhecimentos prévios. Os autores sustentam que, na argumentação dos alunos em sala de aula,

são utilizadas declarações baseadas em interpretações de fatos do nosso cotidiano e em impressões provenientes dos nossos sentidos que são validadas pelo senso comum e que são resgatadas em um determinado momento para servir de base para uma conclusão (VILLANI; NASCIMENTO, 2003, p. 204).

Para a análise dos argumentos produzidos pelos alunos durante a implementação de nossa Sequência Didática, utilizamos a adaptação de Villani e Nascimento (2003) para classificar os dados evocados na argumentação.

### **O Padrão de Argumento de Toulmin para avaliar a qualidade dos argumentos**

Na metodologia sugerida por Erduran, Simon e Osborne (2004), a qualidade dos argumentos formulados durante o discurso é analisada de acordo com a combinação dos elementos do TAP. Dessa forma, é possível dividir os argumentos em grupos de combinações dupla, tripla, quádrupla ou quántupla, indicando uma ordem crescente de complexidade do argumento. Por exemplo, um argumento do tipo “conclusão - dados – garantia - refutação” (CDJR) por apresentar quatro elementos do TAP é considerado de maior qualidade que outro do tipo “conclusão – dados - justificativa” (CDJ). Ou seja, quanto maior o número do grupo, mais sofisticado torna-se o argumento (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004).

### **A História da Ciência no Ensino de Ciências**

Pesquisadores na área de Ensino de Ciências defendem que o uso adequado da História da Ciência (HC) pode contribuir para uma melhor compreensão sobre a natureza da Ciência. A análise cuidadosa de alguns episódios históricos facilita o entendimento de que a ciência não é “[...] uma bolha que se destacou do mundo e paira, hoje, sobre esse mundo do qual nasceu (ou deveria ter nascido), desvinculando-a das contingencialidades do mundo confuso da natureza e de sua humanidade” (NEVES, 2002, p. 17).

Matthews (1995) lista alguns benefícios que o ensino da História, Filosofia e Sociologia da Ciência trazem:

[...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais

desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significa (MATTHEWS, 1995, p. 165).

A importância da HC para o ensino de Física também é enfatizada pelo documento oficial intitulado “Orientações Curriculares para o Ensino Médio”, lançado em 2006 pelo Ministério da Educação (MEC):

O uso da história da ciência para enriquecer o ensino de Física e tornar mais interessante seu aprendizado, aproximando os aspectos científicos dos acontecimentos históricos, possibilita a visão da ciência como uma construção humana (BRASIL, 2006, p. 64).

Pelo o que foi exposto, consideramos que o uso da História da Ciência em intervenções pedagógicas pode criar momentos de reflexão, discussão e interação aluno-aluno e/ou aluno-professor, tornando a sala de aula um ambiente estimulante para o estímulo da argumentação.

De acordo com Peduzzi e Peduzzi (2006), analisar concepções historicamente superadas, como o conceito de força impressa/*impetus*, no ensino de Física, pode contribuir para conscientizar os estudantes da necessária reformulação de suas próprias representações. Infelizmente, nos livros didáticos e de divulgação científica, a Física aristotélica e medieval são apresentadas como erradas, absurdas e cômicas (NEVES, 2000).

### **Metodologia da Pesquisa**

A Sequência Didática alicerçada em textos históricos com o objetivo de estimular a produção de argumentos foi desenvolvida em uma turma com 32 alunos matriculados no 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do período vespertino durante o primeiro trimestre da disciplina de Física. A Sequência Didática aplicada foi dividida em três momentos, os quais denominamos: Etapa 01, Etapa 02 e Etapa 03. Os argumentos analisados dizem respeito à Etapa 03. Em todos os momentos, os alunos estavam organizados em grupos, sete no total. Selecionamos os seguintes materiais a serem utilizados no encaminhamento da proposta de ensino: um questionário composto por 8 questões do teste “*Force Concept Inventory*” (HESTENES; WELLS; SWACKHAMER, 1992) – utilizamos a tradução de Fernandes (2011) – e os capítulos 2 e 5 do livro-texto “Física Básica A” (PEDUZI; PEDUZZI, 2006).

Na Etapa 01, os alunos responderam o questionário discutindo em grupos; em seguida, proporcionamos uma breve discussão a partir das variáveis que surgiram nas falas dos alunos (tais como: velocidade, movimento, força e atrito). Realizamos essa etapa com o objetivo de levar os alunos a reconhecerem a relação entre diferentes grandezas e relações de causa e efeito e, diante

de situações físicas, identificar parâmetros relevantes. Na aula posterior, os grupos foram instruídos a estudar os textos históricos sobre a evolução do conceito de inércia e apresentá-los, por meio de um seminário, à turma. Os alunos tiveram 2 aulas em sala e duas semanas em casa para se prepararem. Os seminários aconteceram em 4 aulas, o que chamamos de Etapa 2. Durante a apresentação dos seminários, a professora fez intervenções sempre que julgou necessário. Em alguns momentos, foi conveniente fazer perguntas aos alunos de modo a tornar mais claro o assunto explanado ou para verificar o entendimento da sala. Em outros, a professora auxiliou os estudantes que apresentavam na explicação das imagens ampliadas. Diante das dificuldades dos alunos em apresentarem oralmente para a turma, entendemos que a mediação da professora foi essencial nessa etapa da proposta didática.

Ao fim, a Etapa 3 foi dividida em dois momentos. Na Etapa 3/Parte 1, os grupos responderam o questionário novamente, impulsionados a se basearem na Física newtoniana. Na Etapa 3/Parte 2, promovemos um debate sobre as respostas dos grupos com o objetivo de levar os alunos à produção de argumentos mediante às situações físicas propostas. Foi nessa etapa que realizamos a análise dos argumentos produzidos pelos alunos, a fim de que pudéssemos identificar êxitos, e também os limites e as dificuldades da sequência didática em promover oportunidade aos estudantes para o desenvolvimento de argumentos de qualidade.

Entendendo a natureza do presente trabalho, para alcançarmos nosso objetivo, analisamos os argumentos produzidos relativos apenas às questões 5 e 6 do questionário. Porém, a análise completa de todas as questões, está apresentada na dissertação de “Autor” (2019).

A coleta de dados foi realizada através da gravação de áudio das aulas. De acordo com o que instrui Carvalho (2006), os áudios foram transcritos de maneira totalmente fiel às falas a que correspondem, sendo que não houve qualquer substituição dos termos por sinônimos. Porém, erros gramaticais e de concordância verbal foram corrigidos, entendendo que não trará qualquer deturpação ao sentido da frase.

Primeiramente, analisamos estruturalmente, de acordo com Toulmin (2006) e a adaptação de Villani e Nascimento (2003), os argumentos produzidos pelos alunos no pequeno grupo (Etapa 3/Parte 1) e, em seguida, avaliamos se novos argumentos foram produzidos na discussão com toda a sala (Etapa 3/Parte 2).

É importante reforçar que o foco de nossa pesquisa reside em uma análise estrutural de argumentos. Em alguns momentos, os argumentos produzidos pelos alunos associaram-se indiretamente à Física aristotélica e à teoria da força impressa/*impetus*, apesar dos mesmos terem sido instruídos a darem suas respostas de acordo com a Física newtoniana. No entanto, não descartamos tais argumentos por estarem em desconformidade com conceitos atualmente aceitos

pela Ciência, uma vez que o objetivo principal de nossa pesquisa é a estimulação de argumentos e não a aprendizagem desses conceitos.

Devido ao encaminhamento metodológico das atividades implementadas na Sequência Didática, em nossa análise da argumentação dos alunos, consideramos como dados fornecidos (DF) as informações contidas nos enunciados dos problemas do questionário e como conclusão (C) a afirmação contida na alternativa escolhida pelos alunos como resposta correta.

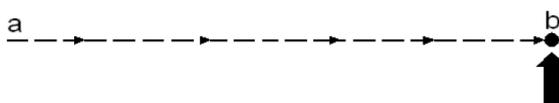
## Resultados e Discussão

As questões 5 e 6 do questionário precediam um pequeno texto, que os alunos deveriam ler para responder as referidas perguntas. Vejamos as questões no quadro a seguir.

Quadro 1 – QUESTÕES 5 E 6

**UTILIZE A AFIRMAÇÃO E A FIGURA ABAIXO PARA RESPONDER AS PRÓXIMAS DUAS QUESTÕES (5 e 6).**

A figura representa a trajetória de um disco que desliza com velocidade constante " $v_0$ " em linha reta do ponto "a" para o ponto "b" em uma superfície horizontal sem atrito. As forças exercidas pelo ar são insignificantes e o observador olha o disco de cima.



Quando o disco alcança o ponto "b", ainda com velocidade constante " $v_0$ ", recebe um chute horizontal no sentido da seta mais grossa. Se o disco estivesse em repouso em "b", após o chute, seguiria um movimento vertical com uma velocidade " $v_1$ " no sentido do chute.

5. Ao longo do caminho sem atrito, a velocidade do disco depois de ele ter recebido o chute:

- (A) É constante.
- (B) Aumenta continuamente.
- (C) Diminui continuamente.
- (D) Aumenta durante algum tempo e diminui depois disso.
- (E) É constante durante algum tempo e aumenta depois disso.

6. Ao longo da trajetória sem atrito, as principais forças atuantes no disco após ter recebido o chute são:

- (A) Uma força para baixo devida à gravidade.
- (B) A força da gravidade para baixo e uma força horizontal no sentido do movimento.
- (C) A força da gravidade para baixo, uma força para cima exercida pela superfície e uma força horizontal atuando no sentido do movimento.
- (D) A força da gravidade para baixo e uma força para cima exercida pela superfície.
- (E) Nenhuma (não há forças sendo exercidas sobre o disco).

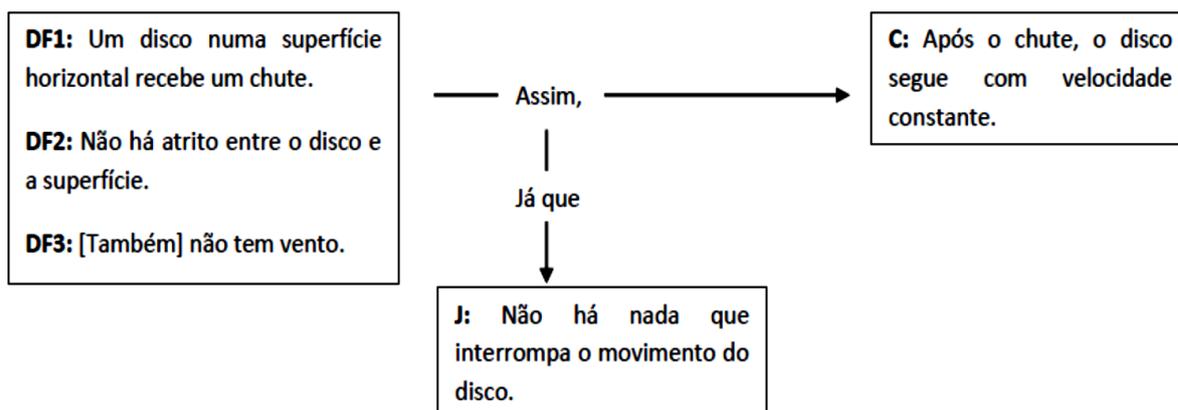
É interessante ressaltar que pelo fato do disco estar apoiado sobre uma superfície, a força normal está em questão, porém a professora julgou não ser o momento de incluí-la no debate, além disso, a transcrição da aula mostra que os alunos se ativeram somente à discussão sobre força da gravidade e/ou a força no sentido do movimento ("força impressa").

### Argumentos produzidos para as questões 5 e 6 na discussão de pequeno grupo (Etapa3/Parte 1)

Os grupos G1, G4 e G7 formularam argumentos referentes às questões supracitadas.

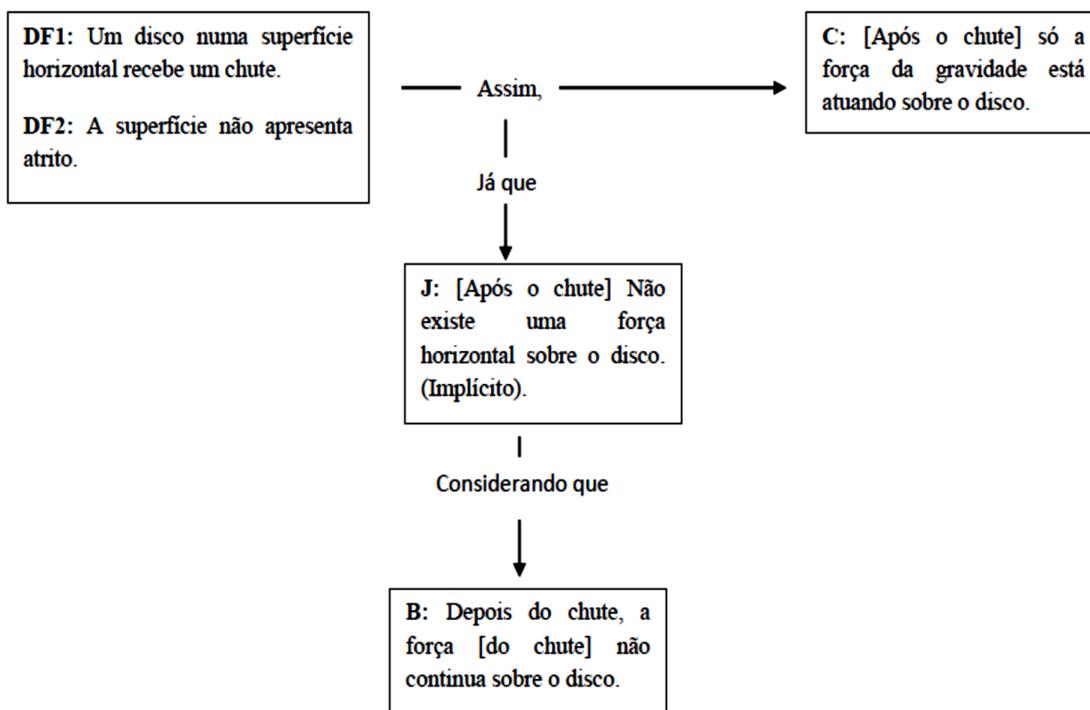
Os alunos de G1 elaboraram um argumento para cada questão entendendo que precisariam defender a sua ideia posteriormente, na discussão geral. Os esquemas 1 e 2 mostram como as ideias do grupo justificam a decisão pela alternativa “A” em ambas as questões.

**Esquema 1 – ESTRUTURA DE ARGUMENTO DO GRUPO G1 PARA A QUESTÃO 5**



Fonte: Dados da Pesquisa

**Esquema 2 – ESTRUTURA DE ARGUMENTO DO GRUPO G1 PARA A QUESTÃO 6**

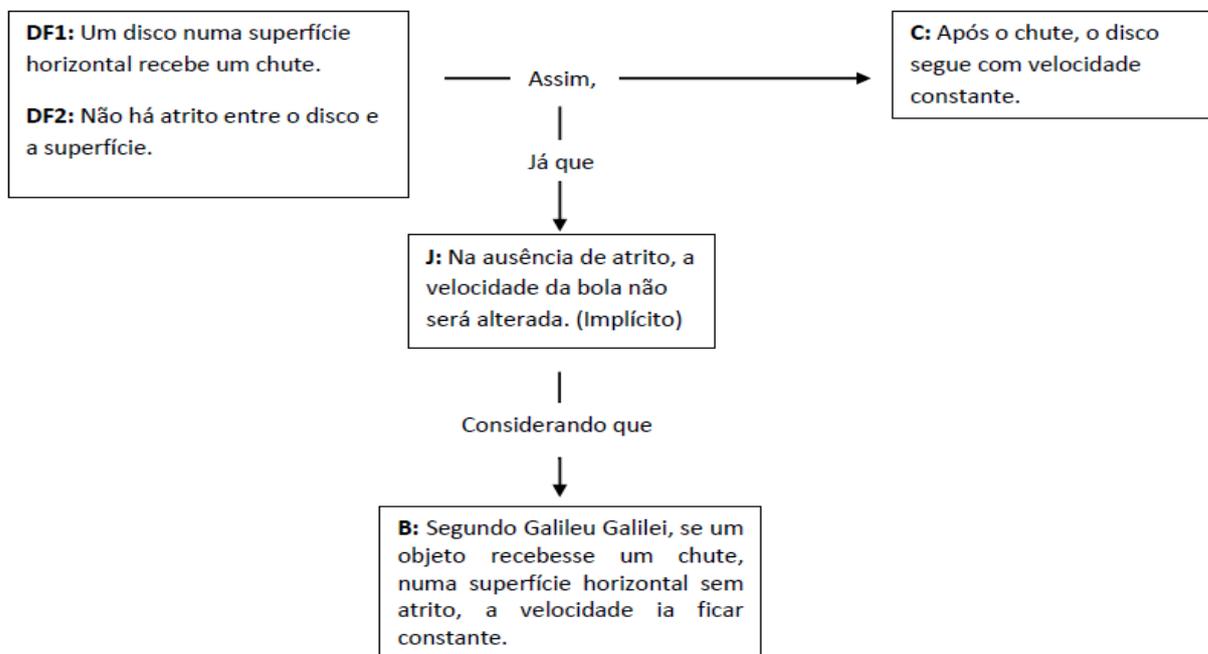


Fonte: Dados da Pesquisa

Do ponto de vista estrutural, as estudantes do grupo G1 formularam bons argumentos utilizando dados fornecidos pelo exercício para fundamentá-lo, justificativas e um apoio (B). Os argumentos foram do tipo “Dado-Conclusão-Justificativa” (DCJ) e “Dado-Conclusão-Justificativa-Apoio” (CDJB). Em relação ao conteúdo, os argumentos revelaram uma concepção newtoniana da relação força e movimento, uma vez que elas assumem a continuidade do movimento de um corpo desde que nada o interrompa, isto é, desde que nenhuma força contrária retarde a sua velocidade. E, apesar de não identificarem a força normal na situação, o conteúdo desse argumento mostra uma superação da ideia de força impressa, uma vez que não acreditam ser possível que a força do chute “impregne” sobre o disco.

O grupo G4 apresentou argumento somente para resolver a questão 5 (Esquema 3). Os estudantes indicaram a alternativa “A” (É constante) como resposta e formularam um argumento com a seguinte composição: “Dado-Conclusão-Justificativa-Apoio” (CDJB). Como apoio para seu argumento, utilizaram as concepções de Galileu Galilei. Ao fazerem isso, os alunos desse grupo demonstraram conceber a Ciência a partir de teorias e não verdades absolutas. Isso nos indica que a atividade também proporcionou a esses alunos desenvolver uma concepção adequada de natureza da Ciência, entendendo a Ciência de forma dinâmica e não como verdades definitiva (MARTINS, 2006).

**Esquema 3 – ESTRUTURA DO ARGUMENTO DO GRUPO G4 PARA A QUESTÃO 5**

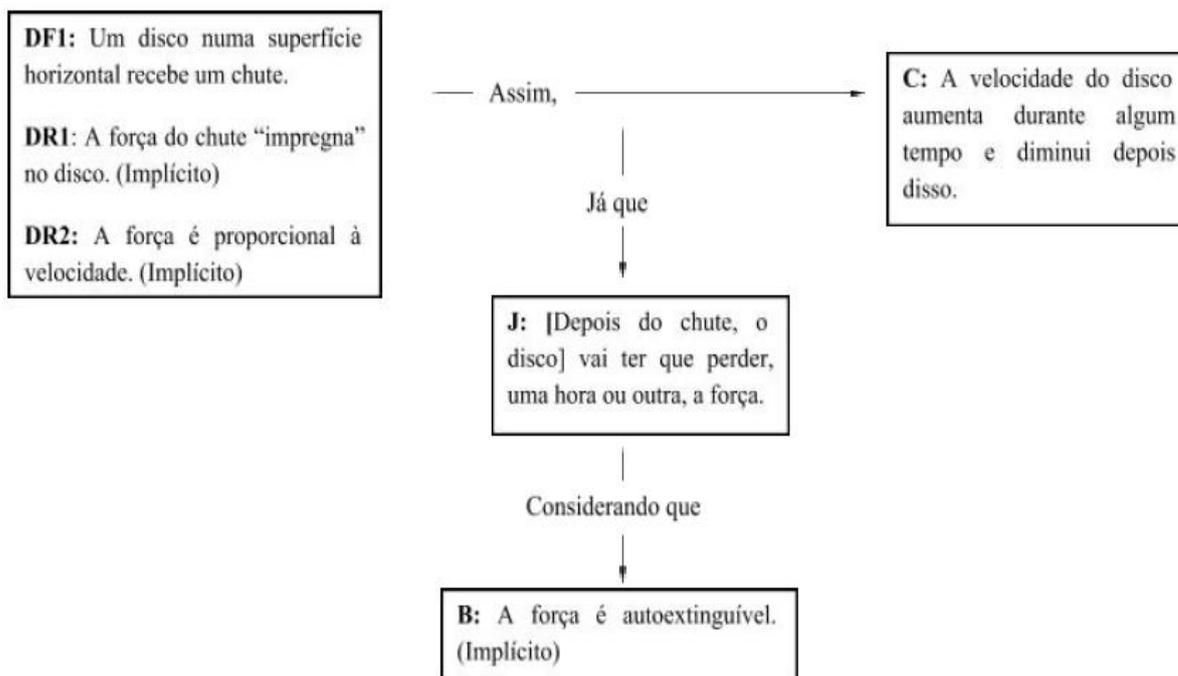


**Fonte:** Dados da Pesquisa

Por fim, o grupo G7 marcou como resposta correta para as questões 5 e 6, as alternativas “D” (Aumenta durante algum tempo e diminui depois disso) e “B” (A força da gravidade para

baixo e uma força horizontal no sentido do movimento), respectivamente. Utilizando-se de dados fornecidos e resgatados, justificativas e apoio, os alunos formularam dois argumentos para defenderem suas ideias. Os argumentos apresentaram a seguinte composição: “Dado-Conclusão-Justificativa” (CDJ) e “Dado-Conclusão-Justificativa-Apoio” (CDJB) e estão expostos nos esquemas 4 e 5.

**Esquema4** – ESTRUTURA DE ARGUMENTO DO GRUPO G7 PARA A QUESTÃO 5 e 6



Fonte: Dados da Pesquisa

**Esquema 5** – ESTRUTURA DE ARGUMENTO DO GRUPO G7 PARA A QUESTÃO 6



Fonte: Dados da Pesquisa

Analisando os argumentos acima, podemos perceber que estão intimamente ligados, uma vez que o dado resgatado (DR1) entendido nas entrelinhas da discussão da questão 5 torna-se

explícito no segundo argumento. Dessa forma, os argumentos mostram-se coesos em sua forma estrutural, não contraditórios, e, do ponto de vista científico, nos permitem relacioná-los, facilmente, com a física da força impressa.

Em síntese, a discussão de pequeno grupo das questões 5 e 6 proporcionou a elaboração de 5 argumentos tendo a participação de três grupos. Em sua forma estrutural, dois foram do tipo “DCJ” (Esquemas 1 e 5) e três, com a seguinte composição: “DCJB” (Esquemas 2, 3 e 4). Apenas o grupo G7 manteve uma concepção de força impressa, portanto, três dos argumentos forma baseados na mecânica newtoniana).

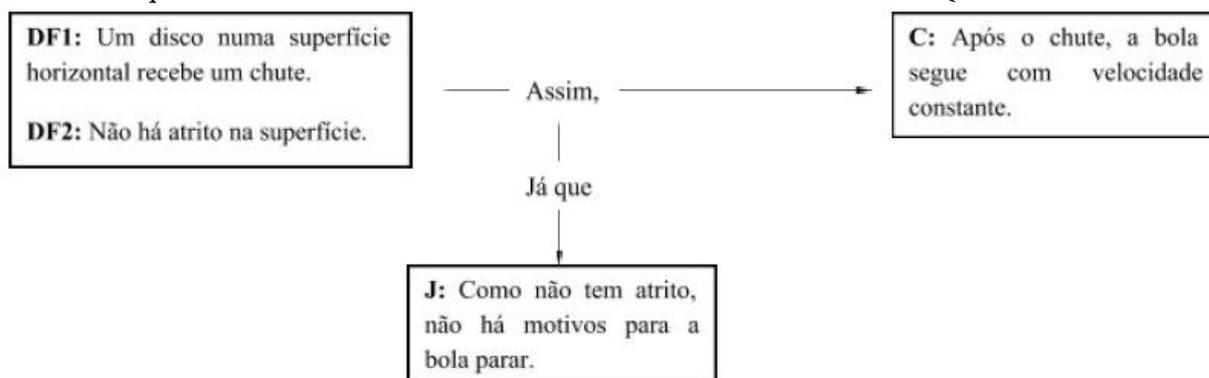
### Argumentos produzidos para as questões 5 e 6 na discussão com toda a sala (Etapa3/Parte 2)

Nesse momento, o debate foi mediado pela professora. Cada questão foi retomada e os alunos foram instigados a justificarem suas respostas. Analisamos a discussão em torno da questão 5 e, posteriormente, da questão 6.

A questão 5 dividiu a turma em duas opiniões: G1, G4, G5 e G6 optaram pela A (É constante) e G2, G3 e G7 marcaram a opção D (Aumenta durante algum tempo e diminui depois disso). Tivemos duas discussões em torno dessa questão, uma entre o grupo G6 e G7 e outra entre o grupo G1 e G2.

O grupo G7 inicia retomando o argumento já formulado por eles no pequeno grupo (Esquema 4). Em contrapartida, o grupo G6, que não havia gerado argumentos em torno da questão até então, rebate com o seguinte argumento:

**Esquema 6 – ESTRUTURA DE ARGUMENTO DO GRUPO G6 PARA A QUESTÃO 5**

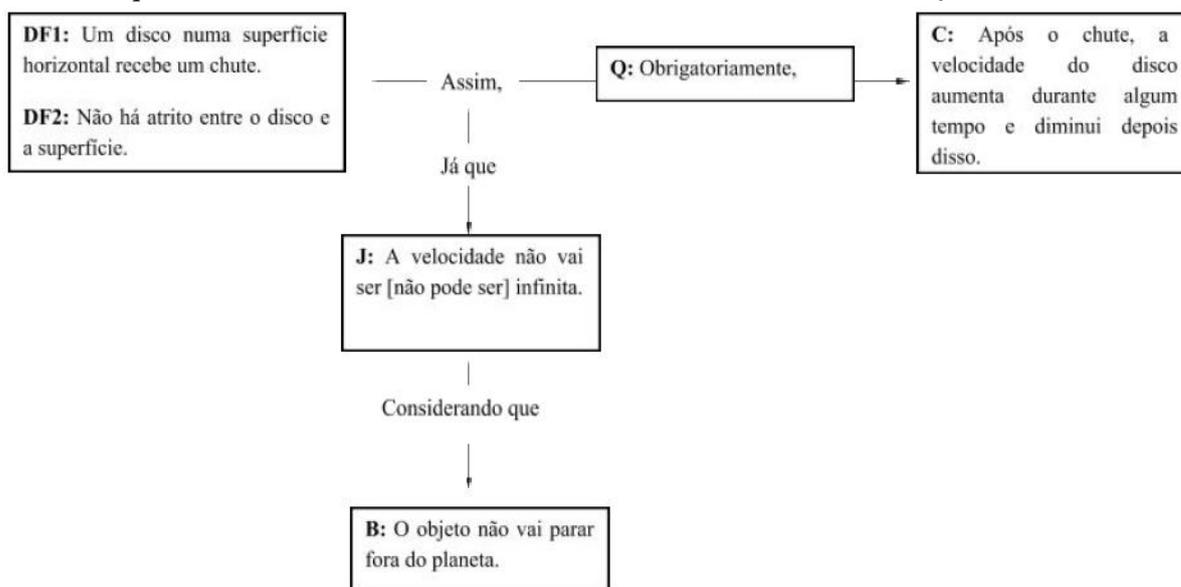


Fonte: Dados da Pesquisa

No decorrer da discussão, a argumentação passa a se estabelecer entre o grupo G1 e G2 que parece não abrirem mão de suas opiniões esforçando-se no convencimento do outro. Isto nos traz um indicativo da eficácia da proposta didática pois, segundo Vieira e Nascimento (2013),

o discurso argumentativo se dá num contexto de busca incessante em estabelecer a última palavra. O grupo G2 inicia expondo seu argumento para a questão. Apesar de serem instigados, os estudantes não conseguem conceber que algum objeto vá seguir com velocidade constante. Assim, o argumento fica esquematizado da seguinte forma:

**Esquema 7 – ESTRUTURA DO ARGUMENTO DO GRUPO G2 PARA A QUESTÃO 5**

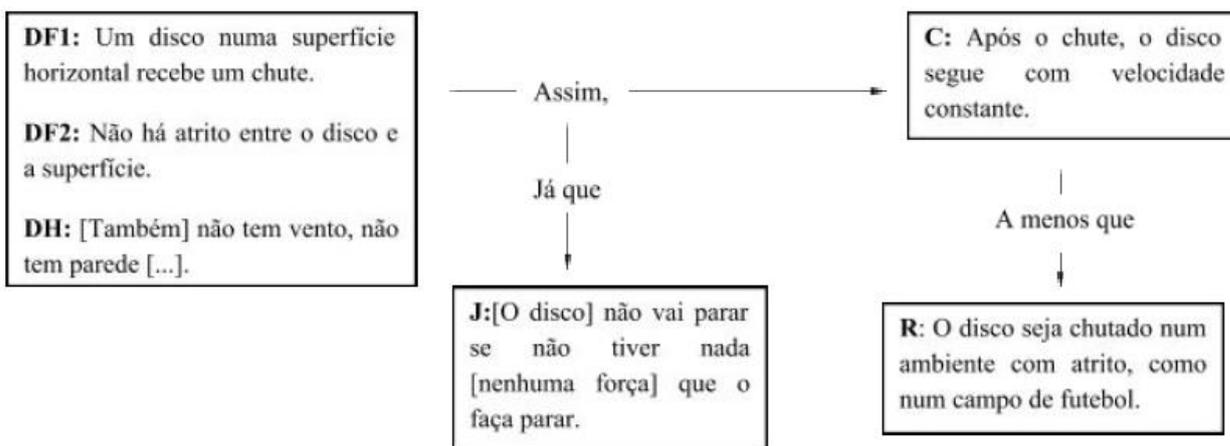


**Fonte:** Dados da Pesquisa

Pelo contexto, talvez a justificativa “A velocidade não vai ser infinita” dada pelo aluno A2-G2 deva ser interpretada como “A velocidade não vai ser perpétua”.

O grupo G1 já havia formulado sua justificativa na discussão de pequeno grupo, no entanto, as alunas de G1 acabam por estabelecer uma situação em que sua conclusão não é mais válida, ou seja, uma refutação (R) para o argumento que, em essência, é o mesmo do Esquema 1. Assim, o argumento passa a apresentar a seguinte forma:

**Esquema 8 – ESTRUTURA DO ARGUMENTO DO GRUPO G1 PARA A QUESTÃO 5**

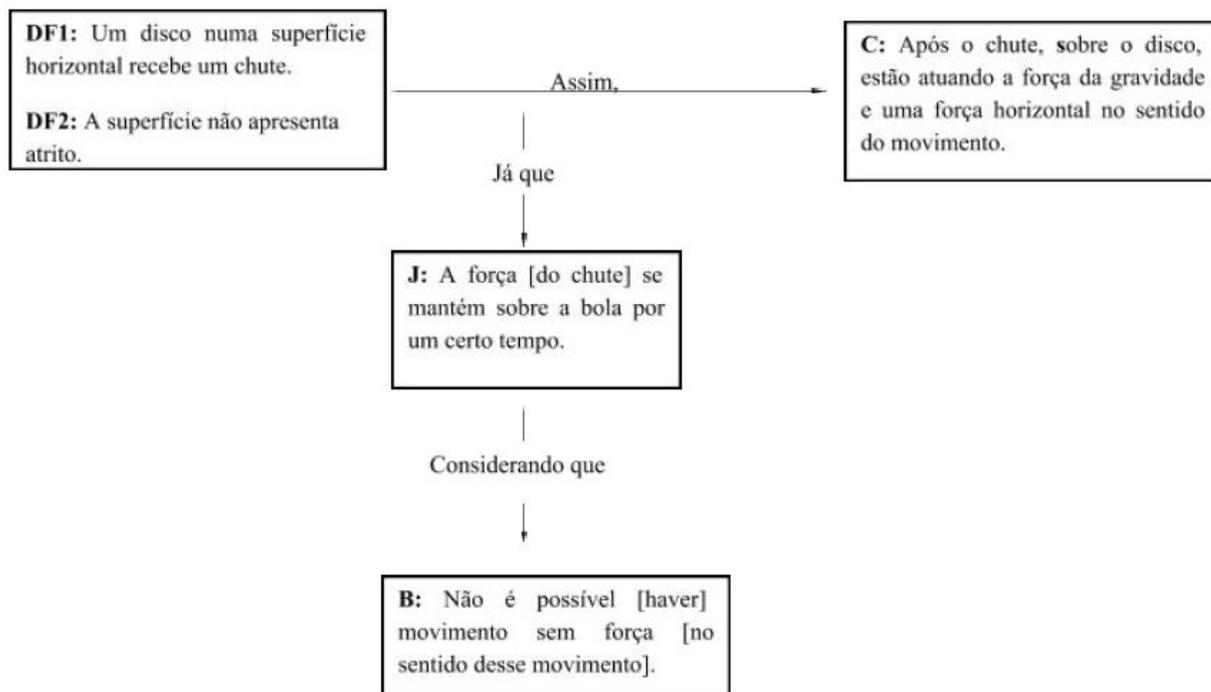


Fonte: Dados da Pesquisa

Na questão 5, os alunos produziram argumentos mais sofisticados segundo a metodologia sugerida por Erduran, Simon e Osborne (2004), pois puderam acrescentar uma refutação e um qualificador modal.

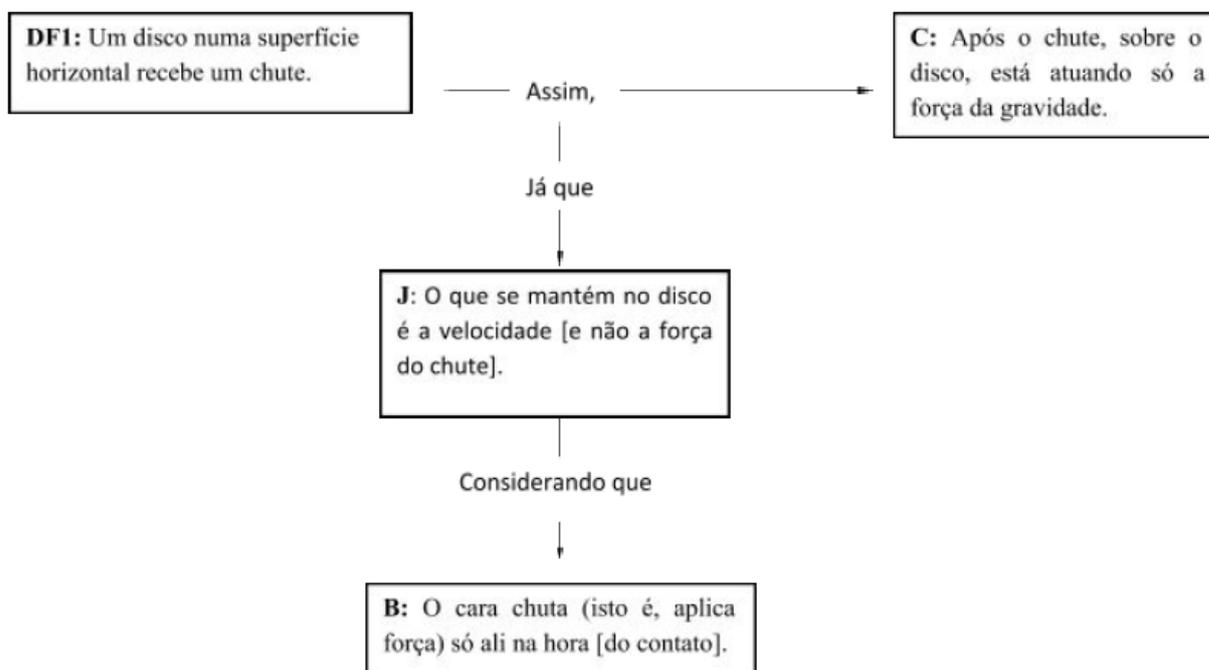
Na resolução da questão 6, a argumentação se estabeleceu entre os grupos G2 e G3 e propiciou a produção de um argumento e um contra-argumento, apresentados, respectivamente, nos esquemas 8 e 9.

**Esquema 9 – ESTRUTURA DE ARGUMENTO DO GRUPO G2 PARA A QUESTÃO 6**



Fonte: Dados da Pesquisa

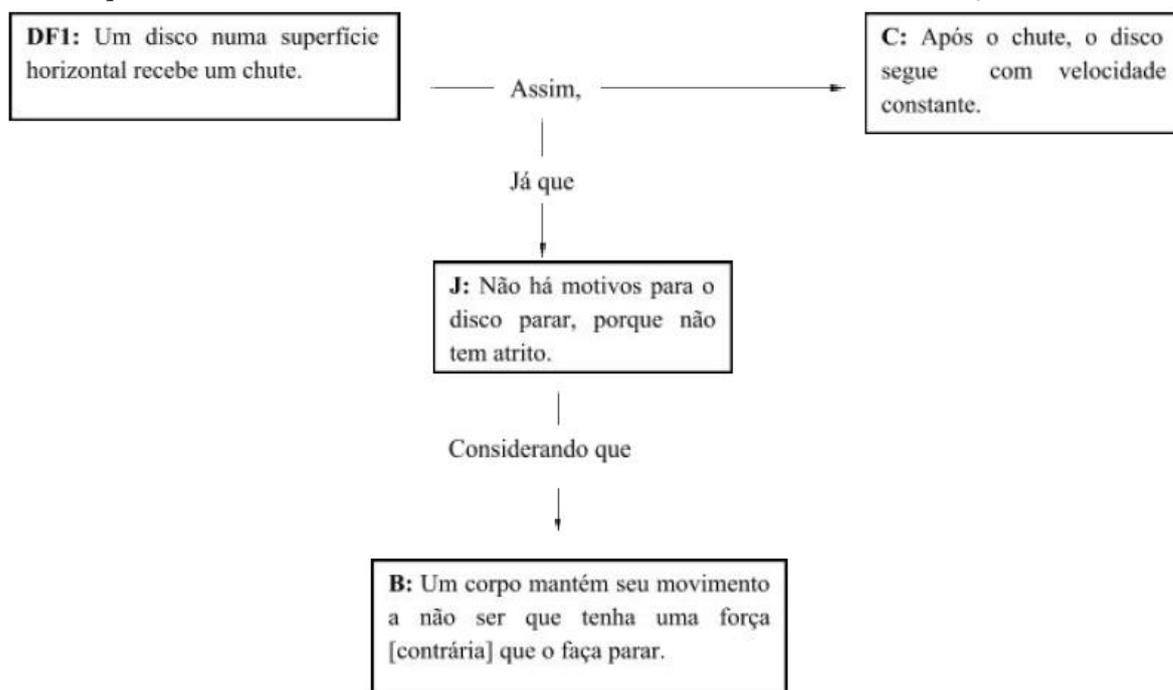
Esquema 10 – ESTRUTURA DE ARGUMENTO DO GRUPO G3 PARA A QUESTÃO 6



Fonte: Dados da Pesquisa

Portanto, o embate entre os grupos fica entre uma visão newtoniana e uma concepção similar à de força impressa/*impetus*. O aluno A2-G3, responsável pelo último argumento ao refletir sobre a justificativa de seu colega de G2, entende que seu grupo equivocou-se na escolha da alternativa e “converte-se” aos conceitos da mecânica newtoniana, o que é interessante, pois a argumentação está, justamente, relacionada à construção e reconstrução dos pensamentos dos alunos, possibilitando-os a tomarem consciência de suas próprias ideias e suas inconsistências (VIEIRA; NASCIMENTO, 2009). Percebendo isso, a professora pede aos grupos G1 e G3, que possuem concepções newtonianas, que tentem convencer os demais, incitando, assim, a formulação de novos argumentos. Os alunos retomam a questão 5 para completar o raciocínio e nesse momento, a professora oferece um apoio (B) ao argumento dos alunos de G1 e G3 para concluir a Primeira Lei de Newton. Colocando-o nos moldes do TAP, temos:

**Esquema 11 – ESTRUTURA DE ARGUMENTO DO GRUPO G1 e G3 PARA A QUESTÃO 5**



Fonte: Dados da Pesquisa

A questão 6 desencadeou uma discussão que propiciou a produção 3 novos argumentos – dois deles referentes à pergunta 6 e um, que diz respeito à 5 -, onde os alunos, através da mediação da professora, puderam valer-se de apoios (B) para avaliar suas justificativas. Os argumentos foram compostos pelos seguintes elementos: Dado-Conclusão-Justificativa-Apoio (DCJB).

Em síntese, a discussão com toda a sala proporcionou a elaboração de 6 argumentos por meio da colaboração de quatro grupos. Em sua forma estrutural, os argumentos tiveram as seguintes combinações: “DCJ” (Esquemas 6), “DCJB” (Esquemas 9, 10 e 11), “DCJR” (Esquema 8) e “DCJBQ” (Esquema 7).

### **Produção de argumentos: uma análise global**

Em geral, obtivemos 11 argumentos divididos em dois momentos: discussão no pequeno grupo (Parte 1) e discussão com toda a sala (Parte 2). Desejamos mapear os argumentos quanto à qualidade e conteúdo e, assim, realizarmos uma análise das tendências dos discursos em sala de aula.

Utilizamos a metodologia sugerida por Erduran, Simon e Osborne (2004) para analisar a qualidade dos argumentos formulados. Segundo os autores, a complexidade de um argumento está relacionada diretamente com as combinações de seus componentes. Ou seja, a qualidade do argumento aumenta à medida que aumenta o número de componentes do padrão de Toulmin

(TAP). Na tabela a seguir, estão representadas as combinações utilizadas nos argumentos produzidos e a sua frequência.

**Tabela 1** – O número de vezes que cada argumento foi formulado em função de sua combinação dos componentes do TAP

Combinações do TAP	Frequência
DCJ	3 (27%)
DCJB	6 (55%)
DCJR	1 (9%)
DCJBQ	1 (9%)

**Fonte:** Dados da Pesquisa

Os dados da tabela 1 nos mostram que os alunos utilizaram, em uma frequência de 3 vezes, uma combinação tripla composta por “Dado-Conclusão-Justificativa” e, em uma frequência de 7 vezes, uma combinação quádrupla, onde ou um apoio ou uma refutação foi adicionado ao argumento. A única combinação quádrupla foi a do tipo “Dado-Conclusão-Justificativa-Apoio-Qualificador”, empregada apenas uma vez durante as aulas. A baixa frequência de argumentos deste tipo, presumivelmente, está relacionada com a dificuldade dos alunos em fazer uso de qualificadores e refutações, resultado também encontrado por Sá (2006). Apesar disso, o resultado apresentado é bem animador quando denotamos que a maior parte dos argumentos construídos fizeram uso de quatro ou mais elementos do TAP, o que mostra um maior grau na qualidade desses argumentos. Isso nos indica que a pesquisa nos apresentou resultados satisfatórios.

De forma secundária, desejamos também analisar os argumentos do ponto de vista de seu conteúdo científico. A tabela 2, nos ajuda a compreender a relação de argumentos produzidos e seu conteúdo.

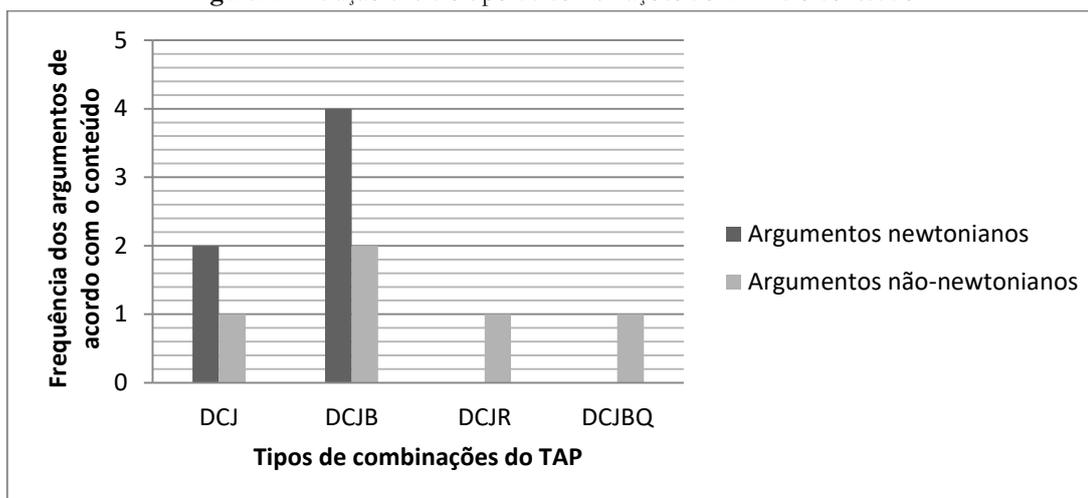
**Tabela 2** – Frequência dos argumentos de acordo com o conteúdo

Total de argumentos produzidos	11
Argumentos Newtonianos	6(55%)
Argumentos Não-newtonianos	5 (45%)

**Fonte:** Dados da Pesquisa

Com os dados das tabelas 1 e 2 podemos também investigar a relação entre a qualidade e o conteúdo dos argumentos produzidos. Ou seja, apurar o conteúdo dos argumentos de maior qualidade. O gráfico da figura 2 apresenta a sistematização dessa análise.

**Figura 2** –Relação entre o tipo de combinações do TAP e o conteúdo.



Fonte: Dados da Pesquisa

Esses dados nos mostram que a maior diferença entre as colunas se encontra nos argumentos do tipo “Dado-Conclusão-Justificativa-Apoio”, nos quais os argumentos newtonianos compõem 4 dos 6 argumentos dessa categoria, isto é, cerca de sessenta e sete por cento da amostra. Dessa forma, entendemos que a mecânica newtoniana forneceu subsídios para a inclusão de um conhecimento básico (B) que funciona como um aval para a justificativa do argumento. Podemos perceber, também, que os argumentos newtonianos foram formados, em sua maioria, por quatro elementos do TAP, o que indica, do ponto de vista estrutural, que os argumentos newtonianos foram de maior qualidade.

### Considerações Finais

A argumentação no ensino de Física tem sido vista como benéfica por pesquisadores que defendem uma formação científica que privilegia os processos pelos quais se chega ao conhecimento científico e não apenas a transmissão dos mesmos (CAPECCHI, CARVALHO, 2000; SÁ, 2006; VIEIRA, NASCIMENTO, 2013, SASSERON; MACHADO, 2017). É nessa perspectiva que essa pesquisa se fundamenta, pois seu objetivo principal é a promoção da capacidade argumentativa dos alunos através do uso de textos históricos em sala de aula.

Os dados que obtivemos em nosso trabalho nos mostram que a sequência didática proposta foi eficiente em suscitar a argumentação em sala de aula, respondendo de maneira afirmativa ao nosso problema de pesquisa. Além disso, tivemos bons resultados relacionados à compreensão do Princípio da Inércia. Também identificamos durante as aulas os marcadores “contraposições de opiniões” e “justificações recíprocas” que mostram a eficiência da proposta

didática desenvolvida, uma vez que, segundo Vieira e Nascimento (2009), eles são indicadores de ocorrência de situação argumentativa no contexto escolar. Foi possível também verificar alguns indícios de uma concepção mais apropriada sobre a natureza da ciência por parte dos alunos. Isso aconteceu em momentos em que eles reconheciam que a ciência é construída por meio de teorias formuladas por diversos estudiosos e não como produtos prontos e acabados de um grande gênio (MARTINS, 2006).

Os resultados obtidos a partir da sequência didática desenvolvida nos proporcionaram grande satisfação. No entanto, é indispensável discutirmos sobre as condições de trabalho de um professor de Física da rede pública em relação à demanda de tempo, visto que esse profissional tem cerca de duas ou três aulas semanais. Além disso, nesse período, devem ser realizadas também as avaliações e recuperações. Sob essas condições, pode parecer impossível “sair do tradicional” em sala de aula tendo em vista a duração de nossa sequência didática (13 aulas). Entendemos a dificuldade encontrada pelo docente, no entanto, ressaltamos que o professor deve refletir sobre a seguinte questão: qualidade *versus* quantidade. Além disso, Santos (2012), ao falar sobre o ensino da cinemática, não desmerece sua importância, mas alerta sobre o seu ensino tomar tempo demasiado nas aulas de Física do Ensino Médio (cerca de 1/6 do curso). Ponderando tais reflexões, acreditamos ser possível a realização de uma seleção de conteúdos a serem desenvolvidos de modo a viabilizar a realização da sequência didática visando um ensino além de uma ênfase curricular excessiva.

Na identificação dos componentes do argumento segundo o padrão de Toulmin (2006), encontramos dificuldade em diferenciar “dados” (D) e “apoio” (B). Esta complicação já foi relatada na literatura por alguns pesquisadores que fizeram uso dessa metodologia em suas pesquisas (ERDURAN, SIMON E OSBORNE, 2004; SÁ, 2006). Além disso, as conversas de sala de aula não são lineares e, às vezes, é preciso um longo trecho de análise para identificar os elementos do TAP, dificuldade legitimada por Villani e Nascimento (2003).

O desenvolvimento de nossa proposta evidencia a necessidade de se repensar o ensino de Física tradicional no qual os alunos, na maioria das vezes, não são de fato ouvidos, apenas avaliados por meio de instrumentos silenciosos ou monólogos. Percebemos que uma simples resposta de um aluno esconde uma imensidão de pensamentos muitas vezes não explorados e nem investigados, muito menos, incentivados. Assim, ao final dessa pesquisa, compreendemos que uma das importantes tarefas do professor em sala de aula é o de ajudar os seus alunos a argumentarem, em vez de calá-los.

## Referências

- BOZZO, M. V. **Identificação dos perfis das pesquisas em argumentação no ensino de Ciências no período de 1988 a 2008**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Ensino de Biologia) - Instituto de Biologia, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- BRASIL, MEC, SEB. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEB, 2006.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n.3, p. 171-189, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**, v. 1, p. 13-48, 2006.
- 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.
- FERNANDES, S. A. **Um Estudo sobre a Consistência de Modelos Mentais sobre Mecânica de Estudantes de Ensino Médio**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
- HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory. **The Physics Teacher**, v. 30, n. 3, p. 141-158, 1992.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; PÉREZ, V. A.; CASTRO, C.R. Argumentación en el laboratorio de Física. **Atas do VI EPEF**, Florianópolis, 1998.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. An anthropologist visits the laboratory. In: LATOUR, B.; WOOLGAR, S. (Org.). **Laboratory Life: The construction of scientific facts**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986.
- MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, C. C. (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. Disponível em <<http://ghct.ifi.unicamp.br/pdf/ram-116.pdf>> acesso em 01 jul. 2018.
- NEVES, M. C. D. Uma investigação sobre a natureza do movimento ou sobre uma história para a noção do conceito de força. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n.4, p. 543-556, dec. 2000.
- NEVES, M. C. D. **Lições da escuridão ou revisitando velhos fantasmas do fazer e do ensinar Ciências**. Campinas: Mercado de Letras, 2002.
- PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI, S. S. **Física Básica A**. Florianópolis: UFSC / EAD / CED / CFM, v. 1, 2006.

SÁ, L. P. **A argumentação no ensino superior de química:** investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SASSERON, L. H.; SOUZA, V. F. M. **Alfabetização Científica na Prática:** Inovando a Forma de Ensinar Física. – 1 ed. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. - (Série Professor Inovador).

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento.** Tradução de Reinaldo Guarany. – 2ª ed. – São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VIEIRA, R. D. **Discursos em Salas de Aula de Ciências:** uma estrutura de análise baseada na teoria da atividade, sociolinguística e linguística textual. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte, 2011.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. Uma proposta de critérios marcadores para identificação de situações argumentativas em sala de aula de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 81-102, 2009.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. **Argumentação no ensino de ciências:** tendências, práticas e metodologia de análise. 1 ed. – Curitiba: Appris, 2013.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2003.