



## ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO APLICADA NA DISCIPLINA DE FENÔMENOS DE TRANSPORTE

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5119

**Autores:** IASMIM BARBOZA MARQUES DA SILVA, ANA CAROLINA DOS SANTOS BATISTA, ADRIANA ELAINE DA COSTA SACCHETTO, ESTELA CLAUDIA FERRETTI

**Resumo:** Neste trabalho realizou-se a análise dos dados de uma atividade de investigação de nível três de abertura a qual demanda um elevado grau de autonomia dos alunos, aplicada no ano de 2022 no em uma Instituição da rede Federal de Ensino. A atividade desenvolvida teve como objetivo estimular a argumentação científica, o pensamento crítico e a escrita científica dos estudantes. A partir dos conceitos envolvidos na Introdução à Mecânica dos Fluidos. Com o estímulo à escrita espera-se o aumento da complexidade da argumentação, o que é, de extrema relevância dentro da sociedade visto que, favorece a criticidade do que se é vivenciado além das salas de aula. Durante o estudo foram aplicadas quatro questões norteadoras sobre Introdução à Mecânica dos Fluidos a uma turma de vinte (20) alunos. Como suporte para o aprendizado, a prática contou com o uso de simuladores, que favorecem o protagonismo e a colaboratividade entre os estudantes. Durante o desenvolvimento da atividade os estudantes produziram relatórios. Para avaliar a qualidade dos argumentos desenvolvidos pelos alunos, utilizou-se o Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP). Na análise dos resultados, observou-se que a atividade proposta se qualificou como uma abordagem que promoveu a escrita e a argumentação científica.

**Palavras-chave:** Alfabetização científica. Argumentação. Prática pedagógica. Ensino Aprendizagem. Simuladores.

# ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO APLICADA NA DISCIPLINA DE FENÔMENOS DE TRANSPORTE

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme os anos passam, torna-se mais evidente a necessidade de abordagens de ensino que sejam mais flexíveis, adaptáveis às demandas da sociedade moderna. A constante elaboração e reelaboração das práticas educativas permite ao discente identificar as problemáticas da contemporaneidade, uma vez que o ensino deve acompanhar essas transformações. Dessa forma, torna-se necessário a diversificação dos métodos de ensino, aliando aspectos do ensino tradicional a abordagens mais dinâmicas e interativas.

Por intermédio de métodos colaborativos, como o uso de objetos virtuais de aprendizagem (OVAs) e a atividade de investigação guiada é possível dar ênfase ao desenvolvimento da alfabetização científica. Com o estímulo da escrita tem-se também o aumento da argumentação científica por parte dos estudantes, isso é de extrema relevância dentro da sociedade pois, com isso, há um aumento da criticidade do que se é vivenciado além das salas de aula.

Os OVAs podem ser plataformas de simulação, neste trabalho são explorados simuladores gratuitos, eles ajudam na visualização dos conceitos que, muitas vezes, podem vir a ser abstratos ou de difícil reprodução em laboratórios dependendo da estrutura da instituição de ensino.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo a análise dos resultados, por meio do Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP), proposta por Toulmin (2001) e a classificação do nível científico da argumentação desenvolvida por Osborne; Erduran; Simon (2004) e Zohar; Nemet (2002), de uma atividade de investigação guiada aplicada no ano de 2022 que teve como metodologia o Ensino por Investigação atrelado com o conteúdo Introdução à Mecânica dos Fluidos tendo como suporte o uso de simuladores.

O ensino por investigação guiada é uma metodologia ativa pedagógica que usa como base a aprendizagem por investigação. Segundo Geraldi (2017), não existe uma definição concreta para esse ensino, mas a abordagem inclui atividades onde os alunos trabalhem ativamente. Tem-se como objetivo desta metodologia promover a alfabetização científica. Vale ressaltar que no ensino por investigação, a autonomia dada aos estudantes pode variar, dependendo do contexto da disciplina, da capacidade do professor e dos discentes em si.

A liberdade dada aos discentes pode variar em três subdivisões, pelas quais aumentam gradativamente o grau de abertura disponibilizada aos estudantes, são elas: Investigação estruturada, guiada e aberta. A primeira, é a investigação estruturada, na qual os estudantes apenas seguem uma espécie de roteiro epistêmico previamente fornecido pelo docente, proporcionando uma autonomia extremamente limitada, uma vez que os estudantes não definem a questão a ser resolvida nem ao menos obtêm as informações necessárias para solucionar o problema. Já na investigação guiada, é perceptível uma maior abertura aos estudantes, pois apesar de já possuírem previamente o questionamento científico ao qual devem explicar, todas as fases intermediárias e conclusivas são produzidas por eles, o que já exige mais dos discentes. Esse tipo de

investigação é mais recomendável do que o anterior, e já produz resultados mais significativos e com maior rigor metodológico. Por fim, a investigação mais recomendada por pesquisadores é a aberta, visto que proporciona a maior autonomia, e, conseqüentemente, maior responsabilidade, disciplina e comprometimento com o trabalho científico por parte dos estudantes, proporcionando até mesmo, segundo estudos, satisfação pessoal e melhoria na habilidade procedimental. Também foi posto que as argumentações foram maiores e melhores neste tipo do que nas atividades estruturadas.

Com base nessas informações, torna-se claro o fato da autonomia dada ao estudante ser diretamente proporcional ao maior contato do mesmo com a epistemologia, o que possibilita a ele ter mais ganhos intelectuais e práticos na resolução de problemas de caráter científico, resultando em uma aprendizagem mais didática e independente

No ensino por investigação guiada o professor ou orientador dá ao aluno mais autonomia dando a ele uma pergunta norteadora, onde o aluno terá que se apropriar ativamente do conteúdo para poder desenvolver hipóteses e argumentações para responder a tal questionamento desenvolvendo assim sua alfabetização científica.

Nesse contexto, foi realizada a aplicação de uma atividade de investigação guiada na disciplina de Fenômenos de Transporte ministrada na Rede Federal de ensino do curso de Bacharelado em Química Industrial. É importante frisar que o objetivo principal da atividade proposta foi promover a alfabetização científica, o pensamento crítico e a escrita científica dos estudantes envolvidos.

Os dados coletados foram tratados conforme o Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP) (Toulmin, 2001) e de acordo com as teorias de Osborne; Erduran; Simon (2004) e Zohar; Nemet (2002) sobre o quão completas seriam as argumentações apresentadas. A partir dessa análise foi possível determinar os elementos principais que estavam presentes nos argumentos formulados pelos alunos nos relatórios da atividade e também definir a classificação do nível científico de tais argumentos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o crescente avanço tecnológico vem surgindo a necessidade da educação se adaptar ao cenário social em evolução, garantindo que os alunos estejam preparados para a participação ativa na sociedade como futuros profissionais. É importante promover experiências de aprendizagem significativas que se concentrem na criatividade, no engajamento social e na preparação dos alunos para os desafios do mercado de trabalho e da vida fora da sala de aula (Tavares e Gomes, 2018).

Uma forma de fomentar essas características é estimulando o pensar científico, e, junto dele, a escrita científica. Com o passar dos anos a responsabilidade do estímulo à escrita ficou a cargo, muitas vezes, apenas dos professores de linguagens e humanas dentro dos sistemas de ensino e isso, muitas das vezes faz com que as potencialidades da escrita dentro das aulas de ciências fique esquecida. Ao integrar as atividades de leitura e escrita no ensino de ciências, os educadores visam melhorar a compreensão e o envolvimento dos alunos com o conteúdo científico. A integração da leitura e da escrita nas aulas de ciências pode ajudar os alunos a desenvolver habilidades de pensamento crítico e melhorar sua capacidade de comunicar ideias científicas de forma eficaz. Ao se engajar em tarefas de leitura e escrita, os alunos podem aprofundar sua compreensão

dos conceitos e teorias científicas, levando a uma compreensão mais robusta sobre diversos assuntos (Souza e Almeida, 2005).

De acordo com Santos e Sedano (2020), a argumentação desempenha um papel crucial na construção do conhecimento, pois promove a compreensão e a organização dos pensamentos entre os alunos, enfatizando a natureza formativa das interações no processo argumentativo. A negociação de significados do conteúdo estudado está intimamente associada à argumentação, destacando sua importância na promoção da construção e compreensão do conhecimento entre os alunos. Embora os autores, em sua pesquisa, tiveram por foco o ensino de ciências no Ensino Fundamental, é importante colocar que o estímulo é benéfico em todos os níveis de ensino e também nas mais diversas áreas a serem exploradas.

## 2.1 Como mensurar a qualidade dos argumentos: Padrão Argumentativo de Toulmin

O Padrão Argumentativo de Toulmin foi desenvolvido por Stephen E. Toulmin (1922 - 2009), é um modelo para o estudo dos argumentos que visa compreender como esses argumentos são estruturados ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Ele é amplamente utilizado em pesquisas que têm como tema o ensino de ciências. Geraldi (2017), levantou em seu trabalho que o TAP destaca-se em pesquisas que se desenvolvem no campo da argumentação do ensino por investigação. Com o modelo proposto por Toulmin (2001), é possível compreender como os argumentos são estruturados ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

A proposta de Toulmin (2001) para os argumentos é que eles sejam compostos por alguns elementos básicos como dados (D), conclusões (C), garantias (G), qualificadores modais (Q), refutações (R) e conhecimentos básicos (B). O significado de cada termo pode ser visto no quadro a seguir.

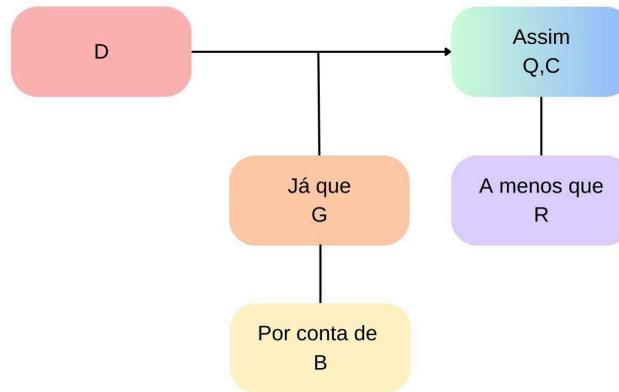
Quadro 1: Componentes de um argumento de acordo com Toulmin

<b>Dados (D)</b>	Fatos que apoiam o argumento.
<b>Garantias (G)</b>	Afirmações gerais, hipotéticas, que amparam os fatos e os relacionam às conclusões obtidas.
<b>Conhecimentos básicos (B)</b>	Afirmações consolidadas que dão suporte às garantias.
<b>Qualificadores modais (Q)</b>	Advérbios ou expressões que introduzem a conclusão.
<b>Conclusões (C)</b>	O que se busca defender por meio do argumento.
<b>Refutações (R)</b>	Condições de exceção à conclusão.

Fonte: Toulmin (2001)

As relações entre os componentes podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1 - Componentes de um argumento e suas relações



Fonte: Adaptado de Toulmin (2001)

Alguns pesquisadores (Velasco, 2009; Santos e Sedano, 2020), argumentam que no TAP as categorias lógicas devem ser redefinidas com base na natureza dos argumentos em questão, destacando que as considerações lógicas têm mais a ver com formalidades do que com os verdadeiros méritos de um argumento ou proposição, para eles o produto da argumentação deve ser valorizado. Ou seja, muitas vezes podem surgir argumentos incorretos durante a produção do conhecimento, mas essas respostas também devem ser valorizadas e não somente descartadas por estarem incorretas. Dentro de uma sala de aula o professor pode conduzir o aluno a desenvolver mais questionamentos e chegar até mesmo em refutações para o argumento inicial, fazendo com que o nível de entendimento do aluno sobre os seus conhecimentos aumente. Sendo assim, para este trabalho, a análise dos argumentos serão complementadas com as teorias de Osborne; Erduran; Simon (2004) e Zohar e Nemet (2002).

## 2.2 Como identificar os níveis de complexidade de argumentos?

Como abordada na seção anterior, muitas vezes a análise a partir do TAP é complementada por outros referenciais, neste trabalho utilizaremos as teorias de Osborne; Erduran; Simon (2004) e Zohar e Nemet (2002) para estabelecer diferentes níveis qualidade do argumento de acordo com a estrutura, e, também determinar a qualidade do conteúdo científico de acordo com o nível de conhecimento apresentado.

A partir da exposição de Osborne; Erduran; Simon (2004) é possível identificar cinco níveis distintos de complexidade em argumentos. Esses níveis variam de 1 a 5, representando desde argumentos simples até aqueles mais elaborados e sofisticados. No nível 1, encontram-se os argumentos básicos, geralmente com uma análise superficial do tema. Já no nível 5, os argumentos são mais completos, incluindo múltiplas refutações e uma compreensão mais aprofundada do assunto. A síntese desses parâmetros podem ser visualizados no quadro a seguir:

Quadro 2 - Qualidade do argumento de acordo com a estrutura.

<b>Nível 1</b>	O argumento é composto simplesmente pela conclusão versus uma oposição ou uma conclusão versus outra conclusão.
<b>Nível 2</b>	O argumento é composto de conclusão seguida por dado e/ou justificativa, e não apresenta uma refutação.
<b>Nível 3</b>	O argumento é composto por conclusão seguida de dado ou justificativa; ocasionalmente apresenta uma fraca refutação.
<b>Nível 4</b>	O argumento apresenta a conclusão seguida de dado e justificativa, além de uma refutação claramente identificável.
<b>Nível 5</b>	O argumento apresenta a conclusão seguida de dado e justificativa, além de propor mais de uma refutação; apresenta uma discussão mais extensa.

Fonte: Osborne, Erduran e Simon (2004).

Zohar e Nemet (2002) desenvolveram parâmetros para avaliar o nível de conhecimentos desenvolvidos nos argumentos. Segundo os autores, os diferentes níveis foram chamados de A, B, C ou D. O nível A representa argumentos que carecem de embasamento científico, enquanto o nível D reflete argumentos fundamentados em uma base sólida de evidências científicas, mais detalhes podem ser vistos no Quadro 3.

Quadro 3: Qualidade do argumento de acordo com o nível de conhecimento científico apresentado

<b>Nível A</b>	A resposta do estudante não inclui nenhuma consideração ao conhecimento científico.
<b>Nível B</b>	A resposta do estudante inclui conhecimentos científicos considerados como incorretos.
<b>Nível C</b>	A resposta do estudante inclui conhecimentos científicos que não são específicos para a pergunta realizada.
<b>Nível D</b>	A resposta do estudante inclui conhecimentos científicos considerados como corretos.

Fonte: Zohar e Nemet (2002).

Essas abordagens permitem uma avaliação multifacetada e aprofundada dos argumentos apresentados nos relatórios formulados pelos grupos durante a aplicação da atividade de investigação guiada, nível 3 de abertura, contribuindo significativamente para uma compreensão mais completa e robusta do tema investigado.

### 3 METODOLOGIA

Os dados a serem tratados foram coletados por meio de relatórios elaborados por alunos da rede federal de ensino do curso bacharelado em Química Industrial na disciplina de Fenômenos de Transporte no ano de 2022. A aplicação contou com a participação de vinte estudantes que foram divididos em cinco grupos, e, além disso, com a atuação da professora regente e de uma aluna de iniciação científica (IC). A aplicação detalhada da atividade está descrita em Batista, Costa-Sacchetto e Ferretti (2023).

Os dados foram organizados em blocos, com os argumentos de cada grupo, que denominaremos de "corpus textuais". Cada corpus textual continha as respostas dos 5 grupos às questões norteadoras, conforme especificado no quadro abaixo.

Quadro 4: Questões norteadoras da atividade de investigação.

<b>QUESTÃO 1</b>	Sobre o escoamento por orifício: quais variáveis influenciam o escoamento, e como influenciam? Quais variáveis não influenciam este tipo de escoamento e/ou poderiam ser negligenciadas por influenciar pouco?
<b>QUESTÃO 2</b>	Usando simulador adequado, planeje e realize experimentos para investigar a influência das variáveis listadas sobre o escoamento por orifício.
<b>QUESTÃO 3</b>	Sobre o escoamento em dutos cilíndricos: quais variáveis influenciam o escoamento, e como influenciam? Quais variáveis não influenciam este tipo de escoamento e/ou poderiam ser negligenciadas por influenciar pouco?
<b>QUESTÃO 4</b>	Usando simulador adequado, planeje e realize experimentos para investigar a influência das variáveis listadas sobre o escoamento em dutos cilíndricos.

Fonte: acervo pessoal.

Após a disposição dos argumentos, procedeu-se ao tratamento de dados, baseado no TAP. Cores foram atribuídas a cada elemento que compõe os argumentos, seguindo a sequência apresentada no Quadro 1. Em seguida, realizou-se a leitura dos corpus textuais de todos os grupos. Cada trecho dos argumentos identificados foram destacados, com suas respectivas cores.

Para enriquecer a análise dos dados, foi conduzida a classificação do nível científico de argumentação dos grupos. Em outras palavras, todos os argumentos foram categorizados conforme o Quadro 2. Além das classificações numéricas de 1 a 5, que indicam a qualidade da construção dos argumentos, também foram consideradas as classificações de A a D, que indicam a precisão ou imprecisão dos argumentos, conforme

apresentado no Quadro 3. Esta análise foi realizada para todas as respostas dadas pelos grupos durante as 4 questões.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do presente trabalho foram desenvolvidos a partir dos relatórios gerados a partir de uma atividade de investigação guiada (nível 3 de abertura) como descrito na metodologia. Para a elaboração dos relatórios, os estudantes envolvidos na pesquisa responderam, em grupo, quatro perguntas norteadoras sobre a temática Mecânica dos Fluidos. As quatro perguntas norteadoras podem ser observadas no Quadro 4.

Ao final da atividade as respostas desenvolvidas pelos grupos foram analisadas de acordo com as metodologias propostas. Para este trabalho as respostas serão analisadas a partir do Padrão Argumentativo de Toulmin (2001) e classificados também com base num quadro de análise para determinar quais argumentos estão em um nível mais alto de qualidade, de acordo com os Quadros 2 e 3 (Osborne; Erduran; Simon, 2004).

Um exemplo de argumento desenvolvido pelo grupo 2 pode ser analisado a seguir, o argumento diz respeito à questão 1.

O argumento foi classificado de acordo com os parâmetros do TAP (Quadro 1), além do nível de qualidade segundo a sua estrutura (Quadro 2) e segundo os conhecimentos científicos utilizados (Quadro 3).

Quadro 5 - Análise de um argumento apresentado na questão 1 da atividade de investigação guiada

*Considerando um fluido ideal e que o simulador utilizado também é programado para realizar os cálculos dessa maneira, e segundo a Teorema de Torricelli para o fluido ideal, as variáveis que influenciam no escoamento por orifício são a cota de água ( $h$ ) da superfície do fluido até o nível de saída do orifício, e a aceleração da gravidade ( $g$ , que é praticamente uma constante na superfície do planeta), quando ambas a superfície do fluido e a saída pelo orifício estão sob influência da pressão atmosférica, ou sob pressões aproximadamente iguais. Sabe-se que, quanto maior for a cota de água sobre a saída do orifício, maior será a velocidade de saída do fluido. Já a aceleração da gravidade, apesar de não ser variável para pequenas variações de alturas, é um parâmetro inerente à superfície terrestre. Era esperado que num escoamento as pressões no topo da coluna ( $P_2$ ) e na saída do orifício ( $P_1$ ), peso específico do fluido ( $\gamma$ ) e velocidade do fluido no topo da coluna d'água ( $V_2$ ) também influenciassem a velocidade na saída ( $v_1$ ), conforme a equação de Bernoulli:*

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + h_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + h_2$$

*No entanto, nesse caso especial, como as duas seções, isto é, o topo da coluna e o orifício estão sujeitos à pressão externa, esses dois valores ( $P_1$  e  $P_2$ ) são aproximadamente iguais, acabam se cancelando na equação acima, de forma que não influenciam na velocidade de saída. Isso ocorre pois a pressão atmosférica varia pouco em diferenças de altitude pequenas. Além disso, inicialmente considera-se o caso de que o nível de água continua sempre o mesmo, devido a uma alimentação externa, de forma que a velocidade da*

água no topo da coluna ( $v_2$ ) seja nula. Assim, a equação de Bernoulli é simplificada para a equação de Torricelli, exemplificada abaixo.

$$v = \sqrt{2 \times g \times h}$$

Mesmo quando extingue-se a alimentação externa, se a seção do orifício for muito menor que a seção do topo da coluna, a velocidade  $v_1$  acaba sendo muito menor que a velocidade de saída do orifício,  $v_2$ . Devido à continuidade do escoamento, a vazão no topo da coluna ( $q_2$ ) é igual à vazão do orifício ( $q_1$ ). Portanto, pode-se escrever

$$\begin{aligned} \rho \times v_1 \times A_1 &= \rho \times v_2 \times A_2 \\ v_1 \times A_1 &= v_2 \times A_2 \\ v_2 &= v_1 \times \left( \frac{A_1}{A_2} \right) \end{aligned}$$

Como  $A_2 \gg A_1$ , o termo  $(A_1 / A_2)$  é muito pequeno, tornando a velocidade  $v_2$  negligenciável em relação a  $v_1$ .

Outra restrição que é considerada é a de a temperatura para o fluido ser constante em todas as seções. A variação de temperatura num fluido leva a alterações na sua massa específica ( $\rho$ ), de forma que a equação de continuidade das vazões mássicas não poderia ser simplificada como continuidade das vazões volumétricas de entrada e saída.

Além disso, se o fluido em questão não for ideal (ou seja, todos os fluidos existentes), o escoamento será influenciado por sua viscosidade ( $\mu$ ), por sua massa específica ( $\rho$ ), pela velocidade do escoamento ( $v$ ), pelo diâmetro do orifício ( $D$ ) e pela rugosidade da superfície na qual o líquido está escoando. Nesse caso, pode-se utilizar o Número de Reynolds ( $Re$ ) para classificar o escoamento do fluido não ideal em laminar ou em turbulento. Se o valor obtido para  $Re$  for menor que 2000, o escoamento pode ser classificado como laminar. Já se for obtido um valor entre 2000 e 2400, pode-se considerar um escoamento de transição. E um valor maior que 2400 indica um escoamento turbulento. Vale ressaltar que esses limites não são totalmente estritos, pois na realidade pequenas variações podem não significar mudanças de classificações.

$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu}$$

No caso dos fluidos ideais, em que a viscosidade é nula, pela fórmula, o número de Reynolds tende ao infinito:

$$\lim_{\mu \rightarrow 0} \frac{\rho \times v \times D}{\mu} = \infty$$

o que traduz um escoamento perfeitamente turbulento.

Dados	Garantias	Conhecimentos básicos	Qualificadores modais	Conclusões	Refutações	Nível 5D
-------	-----------	-----------------------	-----------------------	------------	------------	----------

Fonte: acervo pessoal

A partir dessa resposta é possível notar que o argumento é classificado como 5D conforme os Quadros 2 e 3. O argumento pode ser classificado como nível 5 por

apresentar uma conclusão, dados e justificativa, além disso, tal argumento apresenta uma discussão mais extensa. Ademais, o argumento classifica-se de nível D já que apresenta uma resposta com conhecimentos científicos considerados como correto. Uma vez realizada esta análise dos níveis para todos os argumentos foi definido qual era a média aritmética de argumentação dos grupos. Foi possível estabelecer que a média ficou entre os níveis 2D e 4D. Com a média dos níveis de argumentação estipulada, conclui-se que a maioria das argumentações foram redigidas de forma correta. Conforme o Padrão Argumentativo de Toulmin, tais respostas podem ser consideradas argumentos completos e com bom nível de complexidade. Uma vez que, a maior parte dos argumentos apresentava uma refutação claramente identificável, também apresentavam conclusão, dados e justificativas. Após ter sido realizada essas análises, é notório como o nível de abertura pode influenciar diretamente na qualidade da pesquisa conduzida. É importante salientar que, durante toda a aplicação da atividade, o apoio da professora regente, juntamente com a aluna de IC, foram fundamentais para o bom desenvolvimento da pesquisa, uma vez que, elas sempre estiveram presentes para sanar dúvidas e questionamentos.

A atividade de investigação guiada (nível de abertura 3) torna-se eficaz, uma vez que esse nível fomenta a argumentação e a escrita científica entre os alunos. Apesar de que em algumas ocasiões venham a surgir argumentos errôneos, faz-se necessário lembrar que tais desafios são naturais em qualquer processo de aprendizado e desenvolvimento. O principal alicerce da atividade de investigação guiada, independente do seu nível de abertura, é a argumentação. Portanto, nota-se que a eficácia da aplicação desta atividade está em proporcionar aos alunos a oportunidade de exercitar e aprimorar suas habilidades de argumentação, buscando articular suas ideias de uma forma clara.

É importante salientar que atividades de investigação com menores graus de abertura também são eficazes no processo de ensino aprendizagem. Oliveira (2021) e seus colaboradores promoveram uma atividade de nível 1 de abertura com os conceitos de Mecânica dos Fluidos também utilizando simuladores gratuitos e teve, em seu trabalho, resultados satisfatórios com relação ao aproveitamento dos estudantes durante a aplicação.

Os papéis de escrita e argumentação tornam-se importantes dentro do ensino das ciências exatas como no curso da Química Industrial, e, também nas Engenharias. É válido lembrar que o conteúdo abordado durante a execução desse trabalho, Mecânica dos Fluidos, está presente nos mais diversos cursos de exatas. Nesta disciplina, a resolução massiva de problemas de forma sistemática baseado na matemática é necessária, mas o processo de aprendizagem pode ser facilitado e reforçado com o incentivo à argumentação acerca dos conceitos desenvolvidos. A argumentação deve ser um exercício contínuo durante a vida acadêmica, ou seja, não deve ser limitada aos relatórios desenvolvidos nas aulas experimentais.

Todas as abordagens são necessárias para proporcionar uma educação completa e eficaz. Por exemplo, Oliveira (2021) e seus colaboradores promoveram uma atividade de nível 1 de abertura com os conceitos de Mecânica dos Fluidos também utilizando simuladores gratuitos e teve, em seu trabalho, resultados satisfatórios com relação ao aproveitamento dos estudantes durante a aplicação da atividade. Isso demonstra que todos os níveis das atividades de investigação podem ser proveitosos a depender do objetivo que o professor pretende alcançar com sua turma.

Portanto, é fundamental mesclar diferentes métodos de ensino, combinando a argumentação com o direcionamento claro e as orientações específicas sobre possíveis erros cometidos pelos estudantes, sendo assim é importante salientar que. Somente argumentar sem fornecer orientação apropriada pode ser insuficiente para o desenvolvimento pleno dos discentes. Trabalhar todos os assuntos dessa maneira seria inviável devido às limitações de tempo na grade curricular. Sendo assim, uma dosagem mesclando várias metodologias de ensino pode otimizar o aprendizado trazendo mais vantagens para os discentes dentro do tempo disponível.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes da disciplina de fenômenos de transporte durante a aplicação de uma atividade de investigação guiada, no assunto de Introdução à Mecânica dos Fluidos, tendo como suporte o uso de simuladores. Os argumentos foram qualificados segundo as metodologias propostas por Toulmin (2001), Osborne; Erduran; Simon (2004) e Zohar; Nemet (2002).

Com base na análise dos resultados utilizando as metodologias propostas, foi possível concluir que o ensino por investigação guiada é eficaz na promoção da argumentação científica. Vale ressaltar que a participação ativa dos discentes e o apoio da professora regente, juntamente com a aluna de IC, tiveram papéis importantes para que o objetivo fosse cumprido.

Pretende-se estender a aplicação da atividade de investigação guiada em outros temas, cursos e disciplinas, visando estimular o interesse pela ciência e pela argumentação científica.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e à Secretaria de Estado da Educação (Sedu), pelo suporte financeiro e bolsas de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C. dos S.; COSTA-SACCHETTO A. E.; FERRETTI, E. C. **Análise textual discursiva de atividade de investigação guiada aplicada em fenômenos de transporte com uso da plataforma phet.** COBENGE, 2023. Disponível em: . Acesso em: 05 maio. 2024.

GERALDI, A.M. **Relações entre os graus de abertura de atividades investigativas e o desenvolvimento de argumentos por estudantes do ensino fundamental.** 2017. f. 114. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Biociências, Instituto de Química e Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

TAVARES, Sergio Túlio de Pinho ; GOMES, Sebastiana Aparecida Ribeiro. **Educação e aprendizagem no século XXI: o papel do professor e do aluno frente aos impactos das tecnologias da informação e da comunicação (tic) na educação.** Revista Evidência, v. 14, n. 15, 2018.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento.** 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

OLIVEIRA, Aline Beatriz Pimentel Doelinger et. al. **Uso da plataforma de simulação phet no processo de ensino-aprendizagem de mecânica dos fluidos no curso técnico em química.** COBENGE, 2019. Disponível em: . Acesso em: 16 maio. 2024.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. **Enhancing the Quality of Argumentation in School Science.** Journal of Research in Science Teaching, v.41, n. 10, p. 994-1020, 2004.

VELASCO, Patrícia Del Nero. Sobre a Crítica Toulminiana ao Padrão Analítico-dedutivo de Argumento. **Cognitio: Revista de Filosofia**, v. 10, n. 2, p. 281-292, 2009.

SANTOS, Diorleno; SEDANO, Luciana. **Argumentação no Ensino Fundamental em Ciências: o que dizem as pesquisas?.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 366–386, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i3.2625. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/2625>. Acesso em: 9 maio. 2024.

SOUZA, S. C. DE .; ALMEIDA, M. J. P. M. DE .. Escrita no ensino de ciências: autores do ensino fundamental. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, n. 3, p. 367–382, set. 2005.

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.

## ANALYSIS OF AN INVESTIGATION ACTIVITY APPLIED IN THE DISCIPLINE OF TRANSPORT PHENOMENA

**Abstract:** *This study analyzed the data from a level three open-ended investigation activity, which requires a high degree of student autonomy, conducted in 2022 at an institution within the Federal Education Network. The developed activity aimed to stimulate scientific argumentation, critical thinking, and scientific writing among students, based on concepts from the Introduction to Fluid Mechanics. By encouraging writing, the goal is to increase the complexity of argumentation, which is of extreme relevance in society as it enhances critical thinking beyond the classroom. During the study, four guiding questions on the Introduction to Fluid Mechanics were applied to a class of twenty (20) students. To support learning, the practice included the use of simulators, which fostered student protagonism and collaboration. During the activity, students produced reports. The quality of the arguments developed by the students was evaluated using Toulmin's Argument Pattern (TAP). The*

*analysis of the results showed that the proposed activity qualified as an approach that promoted scientific writing and argumentation.*

**Keywords:** *Scientific literacy. Argumentation. Pedagogical practice. Teaching and learning. Simulators.*

