

# O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A ARGUMENTAÇÃO NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

## RESEARCH AND ARGUMENTATION TEACHING IN PROMOTING SCIENTIFIC LITERACY IN SCIENCE TEACHING

Rafael Alves Ramos<sup>1</sup>, Carmen Regina Parisotto Guimarães<sup>2</sup>

Recebido: maio/2020 Aprovado: setembro/2022

**Resumo:** Atualmente, as pesquisas em educação em ciências apontam para a necessidade de prover os indivíduos de conhecimento científico e, ao mesmo tempo, torná-los capazes de tomar decisões que envolvam também questões não científicas. Diversos autores discutem que a Alfabetização Científica (AC) representa um parâmetro para o ensino de ciências. Nesta pesquisa, preocupamo-nos na promoção da AC no ensino, para isso, propusemo-nos o desenvolvimento de uma atividade investigativa, objetivando analisar a presença de indicadores de AC e de argumentação. Esta ação envolveu os alunos em um contexto de investigação científica, a partir da utilização de recursos culturais como: falar, escrever e ler. Como resultados, foram identificados: utilização de linguagem científica e estabelecimento de relação de significados sobre os fenômenos; presença majoritária de indicadores de AC relacionados à construção de ideia lógica e à explicação da situação analisada; construção de argumentos completos contendo D (dado), J (justificativa) e C (conclusão). Com isso, consideramos que a presença dos indicadores de AC e de argumentação indica que a AC está em processo. Em relação ao ensino por investigação e à argumentação, conclui-se que ambos se apresentam como abordagens e/ou modalidades que privilegiam situações didáticas com características do trabalho científico.

**Palavras-chave:** Argumentação Científica, Aprendizagem Científica, Ensino de Ciências, Investigação Científica.

**Abstract:** Currently, research in science education points to the need to provide individuals with scientific knowledge and at the same time make them capable of making decisions that also involve non-scientific issues. Several authors argue that Scientific Literacy (SL) represents a parameter for science teaching. In this research we are concerned with the promotion of SL in teaching, for that, we proposed the development of an investigative activity aiming to analyze the presence of indicators of SL and Argumentation. The development of this activity involved students in a context of scientific investigation based on the use of cultural resources such as: speaking, writing, and reading. As results were identified: use of scientific language and establishment of a relation of meanings about the phenomena; majority presence of SL indicators related to the construction of a logical idea and the explanation of the analyzed situation; construction of complete arguments containing data, justification, and conclusion. With that, we consider that the presence of the SL and Argumentation indicators indicates that the SL is in process. In relation to Teaching by Research and Argumentation, it is concluded that both present themselves as didactic approaches that privilege didactic situations with characteristics of scientific work.

**Keywords:** Scientific Argumentation, Scientific Learning, Science Teaching, Scientific Research.

1  <https://orcid.org/0000-0002-9808-6601> - Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Professor Efetivo de Biologia na Secretaria de Educação de Pernambuco, Águas Belas, PE, Brasil. Rua José Amorim Pereira, 194, casa, Centro, 575000-000, Santana do Ipanema, AL, Brasil. E-mail: [rafaelramos.bio@hotmail.com](mailto:rafaelramos.bio@hotmail.com).

2  <https://orcid.org/0000-0003-1996-3512> - Doutora em Geologia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Mestre em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Professora Titular aposentada atuando como colaboradora no Departamento de Biologia (DBI), na Coleção de Zoologia (CZUFS), no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) e no Núcleo de Ecossistemas Costeiros (ECOS) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. Campus Universitário Prof. José Aloísio de Campos, Departamento de Biologia, Lab. de Ecossistemas Costeiros, Rosa Elze, 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. E-mail: [carmenparisotto@academico.ufs.br](mailto:carmenparisotto@academico.ufs.br).

## 1. Considerações iniciais

No ensino de ciências, comumente, os alunos apresentam dificuldades na interpretação e na compreensão de assuntos, o que se dá, normalmente, pela complexidade de determinados conteúdos e pelo fato de os estudantes e até mesmo professores, em muitos casos, acreditarem estar diante de verdades absolutas e inquestionáveis, sentindo-se incapazes intelectualmente de questionar algo que parece ser óbvio (BIZZO, 2009).

Acrescenta-se que a ciência, em geral, é tida pelos alunos como um saber inquestionável, de alto teor verídico e que não há o que problematizar. A noção, então, de que tudo já foi descoberto e que avaliar, contestar e criticar algo relacionado ao desenvolvimento científico e tecnológico fica apenas a cargo dos cientistas.

Para romper tal paradigma, chama-se a atenção para a necessidade de o professor tornar-se promotor de situações problemáticas (CARVALHO, 2013), em que o aluno seja desafiado a lançar mão de instrumentos investigativos para a construção do conhecimento.

De acordo com Sasseron (2015, p. 51), a Alfabetização Científica (AC),

*[...] tem se configurado como objetivo principal do ensino de ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural.*

Sasseron (2008, 2015) e Sasseron e Carvalho (2011) propõem três eixos estruturantes da AC, os quais são: a) a aprendizagem de conceitos científicos; b) o entendimento da Natureza da Ciência; c) a relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). A AC segue o que consideramos importante na aprendizagem de conceitos científicos, que é o estudante olhar para temas e situações que envolvem a ciência e realizar sua análise sob a perspectiva científica.

Torna-se um desafio metodológico fomentar atividades que potencializem o processo de AC durante a aprendizagem em ciências. Diante disso, alguns autores veem o potencial de articular os três eixos da AC, a partir de estratégias didáticas como o ensino por investigação e a argumentação (MOTOKANE, 2015; SASSERON, 2015; SCARPA; CAMPOS, 2018).

Nosso objetivo principal com este trabalho é avaliar a potencialidade no desenvolvimento de uma atividade investigativa, na perspectiva do ensino por investigação e da argumentação, para a promoção da Alfabetização Científica e com isso: a) identificar indicadores de Alfabetização Científica e de argumentação durante o desenvolvimento da atividade e b) analisar a presença desses indicadores no discurso dos alunos.

## 2. Alfabetização Científica

Aikenhead (1985), quando fala sobre a Alfabetização Científica, descreve a aproximação da Natureza da Ciência à prática científica e enfatiza as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente como uma forma de favorecer a participação dos cidadãos na tomada de decisões. Bybee (1997), alguns anos depois, mostra a preocupação em ajudar os estudantes a desenvolverem perspectivas da ciência e da tecnologia que incluam, também, a história das

ideias científicas, a natureza da ciência e da tecnologia e o papel que elas desempenham na vida pessoal e social dos indivíduos.

De acordo com Sasseron (2015, p. 51), a Alfabetização Científica “[...] revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento”.

O Quadro 1 sintetiza os três eixos estruturantes da AC que devem ser considerados no processo de AC:

*Quadro 1 – Eixos estruturantes da Alfabetização Científica*

Eixo	Descrição
(a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos	Retrata a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual;
(b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática	Deflagra a importância de que o fazer científico também ocupa espaço nas aulas dos mais variados modos, desde as próprias estratégias didáticas adotadas, privilegiando a investigação em aula, passando pela apresentação e pela discussão de episódios da história das ciências que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento;
(c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente	Permite uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza.

Fonte: SASSERON (2008)

O primeiro eixo (a) refere-se à compreensão necessária aos estudantes sobre determinados conceitos-chave que possibilitam a sua utilização em situações diversas parecidas com as que acontecem nos contextos cotidianos. O Segundo eixo (b) está associado à ideia de ciência como uma atividade humana que está em constante mudança. Neste sentido, o processo de investigação científica, além de ir ao encontro da aprendizagem e investigação científica, carece discutir aspectos sociais, políticos e éticos num entendimento de ciência como empreendimento social e humano.

Já o terceiro eixo (c) apresenta a relação entre esferas na busca pelo desenvolvimento sustentável. Vê os impactos gerados pela ciência e as consequências da resolução de problemas de maneira imediatista na geração de novos problemas. Na escola, além de tentar fazer tal aproximação entre essas esferas, vemos a ação de discutir o determinismo e salvacionismo científico como maneiras de pensar CTSA.

Como ferramenta analítica, Sasseron (2008), em sua tese, propõe indicadores de AC, que são as habilidades necessárias ao processo e são utilizadas pelos cientistas durante o trabalho de investigação. Sasseron (2008), além de definir os indicadores de AC, os classificou em três grandes grupos: **Grupo 1 (Serição de informações, Organização de informações, Classificação**

de informações), relacionado ao trabalho direto com os dados empíricos; **Grupo 2 (Raciocínio lógico, Raciocínio proporcional)**, relacionado à estruturação do pensamento e à construção de um raciocínio lógico e objetivo, e **Grupo 3 (Levantamento de hipóteses, Teste de hipóteses, Justificativa, Previsão, Explicação)**, ligado ao entendimento da situação analisada. Neste último, também encontramos relação com os indicadores de argumentação. O Quadro 2 descreve as principais características de cada indicador de AC:

Quadro 2 – Indicadores da Alfabetização Científica

Grupo	Indicador de AC	Descrição
1	<b>Seriação de informações</b>	Está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa.
	<b>Organização de informações</b>	Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado.
	<b>Classificação de informações</b>	Aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos.
2	<b>Raciocínio lógico</b>	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas
	<b>Raciocínio proporcional</b>	Como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como as variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
3	<b>Levantamento de hipóteses</b>	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema.
	<b>Teste de hipóteses</b>	Trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova.
	<b>Justificativa</b>	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto.
	<b>Previsão</b>	Explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	<b>Explicação</b>	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas.

Fonte: SASSERON (2008)

### 3.A abordagem investigativa

Carvalho (2013) indica a necessidade de ensinar a partir da condução e mediação de um processo simplificado do trabalho científico, para que os alunos adquiram a linguagem científica, a fim de se apropriarem dessas ferramentas culturais e se alfabetizarem cientificamente. Considerando o ensino por investigação como uma abordagem didática, nota-se que o papel de promover situações investigativas é do professor, o qual é visto como mediador do processo de

construção do conhecimento (SCARPA, 2015). E, este processo de mediação, deve ocorrer desde as mais tenras idades, ainda na Educação infantil (NILSON; ROSA; NILSON, 2020)

De acordo com Motokane (2015), a abordagem investigativa cria condições favoráveis para os alunos se apropriarem de ferramentas que fazem parte da comunidade científica, pois promovem a mediação do conhecimento. Há valorização do processo de produção do conhecimento e não apenas dos produtos, consideram-se, portanto, importantes todos os processos na construção do conhecimento nessa perspectiva de aprendizagem científica. A abordagem investigativa deve oferecer condições para que os estudantes, além de resolverem situações-problema, busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação (SASSERON, 2015). Consideramos o uso do raciocínio e a construção de modelos explicativos como fundamentais nesse processo.

Na busca de proporcionar um ambiente em que os estudantes construam seus conhecimentos, a proposição de atividades investigativas, realizadas em sala de aula, levam em consideração as concepções prévias dos alunos, permitindo que eles exponham suas ideias, tenham voz ativa, possam discutir, analisar e negociar com colegas e professores, adquirindo conhecimentos a partir de questões científicas construídas por gerações passadas (CARVALHO, 2013).

Para Carvalho (2013), todo processo de investigação exige um problema. Já Motokane (2015) considera também que tal problema precisa instigar, estimular e provocar os alunos a participarem da resolução. É necessário fomentar práticas pedagógicas que aproximem os alunos do fazer científico, como: “levantar e testar hipóteses, estabelecer relações de causa e efeito, controlar variáveis, expressar raciocínio lógico e proporcional, interpretar dados provenientes de diferentes fontes, elaborar modelos explicativos, entre outros.” (MOTOKANE, 2015, p.123).

Essas práticas são mediadas por interações estabelecidas em sala de aula quando acontecem: ações executadas com auxílio de materiais didáticos, envolvimento com o conteúdo em foco e interações discursivas entre alunos e professores (SASSERON; CARVALHO, 2014). As atividades investigativas, portanto, a partir dessas práticas pedagógicas, possibilitam a promoção do desenvolvimento de processos associados à construção do conhecimento científico (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2010).

Pedaste e colaboradores (2015 apud SCARPA; CAMPOS, 2018) sugerem uma forma de operacionalizar as atividades investigativas por meio de um ciclo investigativo, conectando as fases da investigação científica com o propósito de auxiliar o professor no planejamento e desenvolvimento da sequência de aulas.

O Quadro 3 apresenta o ciclo investigativo que serve como orientação no desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e explicita objetividades em relação a cada fase. Vale ressaltar que em todas as etapas acontece a fase de discussão e, subjacentemente, as subfases de comunicação e de reflexão.

Quadro 3 - Ciclo investigativo

<b>ORIENTAÇÃO</b>	Apresentar a problemática existente frente à temática ou possibilitar a partir da exposição de conhecimentos prévios, a constituição do problema. Pode-se promover a inquietação através de textos auxiliares, entretanto em seu caráter informativo e descritivo.
<b>CONCEITUALIZAÇÃO</b>	Elaborar ou propor questões e hipóteses baseadas em conceitos/teorias que se caracterizem como investigativas.
<b>INVESTIGAÇÃO</b>	Planejar a exploração e a experimentação para coleta, registro e análise de dados que respondam às questões da pesquisa. Nesta etapa deve haver pluralidade de estratégias didáticas. Deve apresentar sistematização e utilização de linguagem matemática e científica.
<b>CONCLUSÃO</b>	Elaborar conclusões a partir dos dados obtidos de forma a responder à questão de investigação. Comparar as hipóteses formuladas na fase de conceitualização.

**Fonte:** Adaptado pelos autores de PEDASTE et al. (2015 apud SCARPA; CAMPOS, 2018).

Segundo Ferraz e Sasseron (2017), a abordagem investigativa apresenta posição privilegiada na promoção de situações argumentativas e de engajamento dos estudantes. Os autores esclarecem que, na medida em que o estudante participa efetivamente da construção de sua aprendizagem, de modo ativo e reflexivo, tem condições para argumentar, demonstrando domínio de competência discursiva necessária para explicar os conteúdos científicos que fazem parte do processo de aprendizagem daquele contexto. Com isso, enxerga-se também o favorecimento do desenvolvimento das interações e práticas discursivas como habilidades necessárias ao processo de Alfabetização Científica.

## 4. Argumentação

Diante das várias áreas e análises linguísticas da argumentação, Toulmin (1958) considera o argumento como uma afirmação justificada, cuja validade é fornecida pela coerência da justificação. A argumentação é considerada uma prática na atividade dos cientistas. Vemos conexão entre linguagem científica e linguagem argumentativa.

Kelly e Takao (2002) postulam a argumentação como uma importante ferramenta para entender como os estudantes raciocinam quando se envolvem em práticas científicas tanto na aprendizagem conceitual, como também epistemológica. A isso, acrescentamos que nessas práticas, os estudantes também passam a compreender a Natureza da Ciência e suas relações e implicações no modo de vida, que seria a Alfabetização Científica.

Sobre os aspectos epistêmicos da argumentação, considera-se que são um estudo de práticas sociais na construção de conhecimento (RATZ, MOTOKANE, 2016). Para Kelly (2005), se trata de uma prática coletiva e, portanto, social, na qual acontece uma mudança de foco do sujeito considerado cognoscente e epistêmico, para a ideia de comunidades que possuem práticas em comum.

De acordo com Silva (2015, p. 71), as práticas epistêmicas configuram-se como “um conjunto de ações padronizadas, baseadas em intenções e expectativas comuns de indivíduos que compartilham valores e ferramentas culturais” relacionadas ao conhecimento. Kelly (2008)

propõe instâncias sociais de produção, avaliação e comunicação. A argumentação estaria, de acordo com Jiménez-Aleixandre (2011) e Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015), relacionada à instância avaliação. A aprendizagem científica nesta perspectiva supõe “aprender a construir e avaliar explicações baseadas em evidências” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015, p. 142) para justificar determinado dado, ou seja, sustentar evidências para poder persuadir.

A produção dos argumentos se dá tanto de forma individual como por colaboração entre várias pessoas, pensando no âmbito da sala de aula. Nas interações discursivas nem tudo pode ser considerado como processo argumentativo. Por exemplo, na sala de aula, quando o professor pergunta e o aluno responde, não ocorre argumento, pois, para se considerar argumento, é necessária a conexão entre dado-justificativa-conclusão.

O padrão de argumento proposto por Toulmin – TAP (2006) é uma das principais ferramentas de análise utilizadas na educação científica. O autor propõe elementos constitutivos da argumentação e estabelece como eles se relacionam entre si. O modelo TAP se apresenta adequado à medida que foge da lógica formal, trazendo uma natureza prática na análise de discursos em situações em que há produção e reconstrução do conhecimento, como no caso da sala de aula.

## 5. Procedimentos metodológicos

A pesquisa se insere em um projeto mais amplo registrado no Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAEE) e aprovado, seguindo todos os requisitos determinados no Comitê de Ética em pesquisa (CEP), formulados pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), sobre a pesquisa com seres humanos no Brasil em relação aos padrões éticos.

Foram recolhidas todas as autorizações necessárias dos responsáveis pelos menos de 18 envolvidos, bem como para realização do estudo na escola *locus* da pesquisa, mantendo o caráter voluntário do consentimento. Os participantes da pesquisa foram estudantes do 6º ano da Escola Pública Estadual Colégio Estadual Nelson Rezende de Albuquerque, situada em um povoado da cidade de Gararu–SE, ficando a 150 km da capital. Todos os estudantes matriculados na turma foram incluídos na pesquisa mediante autorização dos responsáveis.

Buscamos realizar nossa pesquisa com base na contemplação dos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO; CRESPO, 2009; CARVALHO, 2013), que se esperam no desenvolvimento da disciplina Ciências.

No que se refere à abordagem qualitativa da pesquisa, de acordo com Ludke e André (2013), preocupamo-nos com o ambiente tido como contexto real para a fonte de dados direta da pesquisa; a constituição de dados predominantemente descritivos; a importância majoritária ao processo investigativo e o significado que os estudantes dão aos objetos. A investigação se configura em uma perspectiva de pesquisa qualitativa, pois, para responder as inquietações que se caracterizam como fenômenos sociais, fez-se necessário considerar a dinâmica entre sujeitos e o mundo real, perfazendo assim, “[...] um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.” (SILVA; MENEZES, 2001 p. 20).

A pesquisa iniciou-se a partir de um quadro teórico, buscando constantemente novas descobertas e repostas às indagações, fundamentando-se na ideia de que o conhecimento não é algo acabado, mas uma construção e reconstrução constantes (LUDKE; ANDRE, 1986). O corpo de dados para análise foi constituído por: a) transcrição dos discursos orais do desenvolvimento/interação da/na atividade investigativa; b) respostas escritas no caderno de atividades dos alunos referentes à atividade investigativa.

Foram utilizados os indicadores de AC criados por Sasseron (2008) como instrumentos de análise do processo de desenvolvimento da atividade investigativa, bem como os indicadores de argumentação a partir de adaptações do *layout* do Padrão de Argumento de Toulmin (TAP) (TOULMIN, 1958, 2006) para estudos de interações e contextos de aulas de Ciências.

A pergunta central desta atividade investigativa foi: **O que o ar tem a ver com a obtenção de energia?**

No desenvolvimento da atividade investigativa, mobilizamos os estudantes a trabalharem de forma individual em seus modos interpretativos e explicativos, ao mesmo tempo que estabelecemos um espaço social, de discussão coletiva na qual possibilitou-se a negociação de explicações e argumentações *in loco*.

O Quadro 4 detalha os objetivos e intenções do pesquisador, bem como a descrição da atividade investigativa realizada.

*Quadro 4 – Objetivos do pesquisador e descrição das atividades realizadas durante o desenvolvimento da atividade investigativa.*

Objetivos	Descrição
Relacionar ar e obtenção de energia; Exemplificar o processo de combustão; Realizar experimento demonstrativo; Realizar conclusão e interpretação sobre combustão. Promover a produção de argumentos.	Discussão sobre o ar e a obtenção de energia; Discussão sobre combustão; Realização de experimentação sobre combustão da vela; Apresentação do <i>layout</i> implícito de argumentação; Interpretação do experimento; Produção de argumentos pelos estudantes;

**Fonte:** Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores, 2020.

## 6. Resultados e discussão

Em aula anterior à atividade investigativa, foram desenvolvidos os conceitos referentes à obtenção de alimento dos seres vivos, definição de compostos químicos, reação química e combustão. A atividade investigativa iniciou a partir da pergunta: **O que o ar tem a ver com a obtenção de energia?** Os estudantes foram mobilizados a responder à pergunta considerando suas concepções. Esperava-se que os estudantes, além de apresentar conceitos já discutidos, fizessem relação entre a disponibilização de oxigênio e a obtenção de energia pelos seres vivos.

O Quadro 5 mostra as principais respostas escritas pelos estudantes sobre a pergunta central. Foram desconsideradas 8 das 18 respostas por não apresentarem relação com a pergunta ou por estarem idênticas a outras respostas.

*Quadro 5 – Respostas dos estudantes sobre o que o ar tem a ver com a obtenção de energia.*

Ocorrência	Respostas
<b>A1</b>	Quando falta oxigênio para o ser humano respirar, se não tiver oxigênio, a pessoa tem uma falta de ar e morre.
<b>A2</b>	Porque, tipo, acende uma vela coloca um vaso em cima e daí o ar não teve como circular e daí nós precisa do gás oxigênio pra sobreviver.
<b>A4</b>	Por que se acabar o ar os seres humanos não sobrevivem
<b>A7</b>	Porque quando oxigênio acaba, a energia acaba, acabou o oxigênio.
<b>A8</b>	O oxigênio é importante para sobrevivermos e respirarmos.
<b>A12</b>	Quando a vela e o oxigênio para o ser humano respirar se não tiver oxigênio a pessoa tem uma falta de ar e morre.
<b>A15</b>	Porque quando o comburente se apaga nós podemos morrer.
<b>A16</b>	Porque ele dá energia a gente
<b>A17</b>	Fornece oxigênio. E pode ajudar a realizar o comburente.
<b>A18</b>	Porque quando ele acaba, a pessoa morre, por exemplo, se colocar uma pessoa dentro de uma caixa e tampar ela vai morrer, por o oxigênio que está dentro da caixa acabar e ela morre.

**Fonte:** Dados da pesquisa. Elaborado pelo autor, 2020.

Das 10 respostas obtidas, os estudantes **A1, A2, A7, A8, A12, A17** e **A18**, fizeram associações do ar com o fornecimento ou existência do oxigênio e que sua falta poderia causar morte nos seres vivos, porém as respostas, fazendo uma análise geral da qualidade, apresentam confusões conceituais em suas explicações.

Há de considerar que a pergunta se enquadrou no levantamento de concepções prévias, entretanto, esperava-se, nas respostas, que os alunos resgatassem conceitos já discutidos para tentar elaborar suas explicações sobre a situação colocada.

Dentre os indicadores de Alfabetização Científica encontrados, o primeiro foi o **Raciocínio lógico** proveniente do pensamento exposto dos estudantes, presente no **Grupo 2** (Vide quadro 2). Esse indicador supõe-se estar presente em **A1, A4, A8, A12** e **A18** quando se pensa em sucessões derivadas da falta de oxigênio, apresenta o resgate de conceitos e explicita casualidades.

O outro indicador encontrado neste mesmo quadro (vide quadro 2) foi o de **Explicação**, presente no **Grupo 3**. Tal indicador surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas (SASSERON, 2008). Considerando tal processo, esperava-se que, no avanço da discussão durante a atividade investigativa, os estudantes realizem explicações com maior autenticidade, corroborando os pressupostos do processo de AC.

Não foram identificados **Argumentos** completos nos escritos do Quadro 5. O que se pode evidenciar é que há proposição de dados (D) e conclusões (C) ausentes de justificativas, como no exemplo:



O *layout* do Padrão de Argumento de Toulmin sintetiza a principal ideia de respostas existentes em: **A1, A2, A4, A8, A12, A15 e A18**. A ausência de **Justificativa** configura o *layout* à um *Explanandum* ou **Explicação**, segundo Osborne e Patterson (2011), ou seja, há explicação do fenômeno de forma inteligível, porém não há justificativa da hipótese.

Em continuidade à atividade investigativa, esperava-se que os alunos fizessem a relação da presença de oxigênio com a obtenção de energia.

O Quadro 6 apresenta o episódio 1 e dá continuidade na discussão sobre reação química, na busca do entendimento sobre combustão. Entende-se por episódio como uma adaptação da definição de evento na etnografia interacional e se trata de um segmento do discurso de um conteúdo temático, tarefas ou fases de atividade (MORTIMER et al., 2007).

Quadro 6 - Transcrição dos turnos 1 a 23 da atividade III e episódio 1

Turno	Fala transcrita
1	<b>Pesquisador:</b> Para entendermos, precisamos voltar ao conceito de reação química. Uma reação química é quando acontece uma transformação do material. Então, eu expliquei, quando eu amasso algo, não é uma reação química! Mas se eu pegar esse papel e fazer o quê?
2	<b>A1:</b> Queimar!
3	<b>Pesquisador:</b> Ele vai se transformar em outro material. Então, a queima aqui, da combustão, vai fazer com que se gere outro tipo de material. Que materiais foram esses?
4	<b>A2:</b> A resina!
5	<b>Pesquisador:</b> A resina derrete e se transforma em quê?
6	<b>A3:</b> Líquido!
7	<b>Pesquisador:</b> E depois?
8	<b>A4:</b> Fica derretida!
9	<b>A2:</b> Ela fica sólida!
10	<b>Pesquisador:</b> A resina vai continuar todinha quando ela derrete? Parte dela se transformou em quê?
11	<b>A5:</b> Líquido.
12	<b>Pesquisador:</b> Quando a gente acende, parte da...
13	<b>A6:</b> Do fogo!
14	<b>Pesquisador:</b> Do fogo, ocorre o quê? Calor e outra parte se transforma em quê? Por que a gente sente o cheiro?
15	<b>A7:</b> Porque sai fumaça!
16	<b>A3:</b> Porque está queimando.
17	<b>Pesquisador:</b> Está se transformando em que também?
18	<b>A6:</b> Em gás!
19	<b>Pesquisador:</b> Algum tipo de gás que é o resultado da reação química. Então, em uma reação química tem que haver transformação do material em um novo produto. Numa reação química se tem os reagentes, que são as substâncias, e o produto, que é o resultado da reação. Então, quem seriam os reagentes na combustão da vela?

20	<b>A8:</b> O fogo!
21	<b>Pesquisador:</b> Eu tenho combustível que seria a vela.
22	<b>A6:</b> E o comburente que é o gás oxigênio.
22	<b>Pesquisador:</b> A partir daí forma... Eu teria a formação de uma nova substância ou novo produto.

**Fonte:** Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores, 2020.

É evidente o desencadeamento do **Raciocínio lógico** até chegar à descrição dos reagentes ao final do episódio. Também entendemos que a ação do mediador, designada como movimentos epistêmicos (SILVA, 2015) na prática investigativa é o de tentar construir tal raciocínio para o avanço intelectual dos estudantes.

Consideramos ainda que, o processo de **Explicação**, sendo outro indicador de AC, se apresenta ao longo da construção das ideias, reconhecendo, claro, os movimentos epistêmicos do pesquisador nessa construção.

## 7.0 experimento

Nessa etapa, ocorreu a fase de investigação e conclusão. O experimento intitulado combustão da vela foi realizado de modo demonstrativo, como na Figura 1:

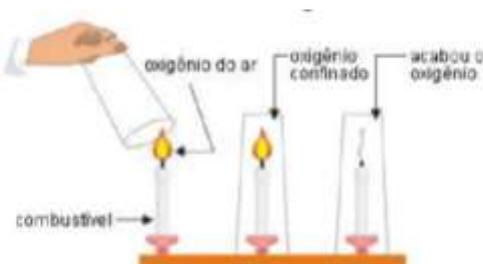


Figura 1 – Experimento demonstrativo “Combustão da vela”. (Fonte: [http://www.educabras.com/media/emtudo\\_img/upload/aula/\\_2390\\_24.gif](http://www.educabras.com/media/emtudo_img/upload/aula/_2390_24.gif))

Apenas o pesquisador manipulou os materiais. Vale ressaltar que tal momento da atividade se configurou como um processo de negociação de explicações e argumentações para o fenômeno ocorrido. Após esse processo, os estudantes realizaram de forma individual argumentos para explicitar o fenômeno.

Del-Corso (2015), em sua pesquisa, encontrou dificuldades para os estudantes construírem argumentos no modelo do TAP, mesmo que constando apenas Dado-Justificativa-Conclusão. Com isso, ele sugere modificações nos termos para a inserção dos estudantes no *layout*. Uma forma de inserir os participantes da pesquisa num processo de argumentação é explicar os elementos constituintes de um argumento (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014).

A partir das sugestões de Del-Corso (2015), foram modificados os termos para Dado, Justificativa e Conclusão (Figura 2):



Figura 2 - Layout do Padrão de Argumento de Toulmin adaptado (Fonte: Del-Corso, 2015)

O Quadro 7 apresenta os argumentos elaborados pelos estudantes após a realização e discussão do experimento. Como resultados, foram evidenciados argumentos completos contendo D-J-C em maior prevalência, e outros contendo apenas um ou dois elementos, sendo considerados incompletos. Apenas o estudante **A12** não apresentou em seu *layout* elementos que se configurassem como argumento.

Quadro 7 – Argumentos elaborados pelos estudantes sobre a combustão da vela.

Ocorrência	Dado	Justificativa	Conclusão
A1	A vela, ao colocar o copo de vidro, ela irá apagar.	Por falta de oxigênio.	
A2	Primeiro a vela acendeu, depois que colocou o vaso ela se apagou.	Falta de um comburente.	Ela se apaga.
A3	Quando coloca o vidro a vela apagou.		Acabou o oxigênio
A4	Ao colocar o vidro a vela se apagou.	O comburente acabou.	
A5	Ao colocar o copo, a vela se apagou.		Acabou o oxigênio
A6	A vela, ao colocar o vidro, ela apagou.	O vidro e a falta do gás oxigênio.	Com a presença do vidro a vela se apaga por causa que o gás oxigênio que é o comburente acaba.
A7	A vela se apagou quando colocou o vaso.	O gás oxigênio acabou.	Quando acaba o comburente a vela se apaga.
A8	O vidro sob a vela faz com que ela apague.		Por falta de oxigênio.
A9	A vela apagou ao colocar o vidro.	Por falta de oxigênio.	Colocando o vidro a vela apaga porque acaba o oxigênio.
A10			Com a presença do vidro, a vela se apaga por causa que o gás oxigênio que é o comburente acaba por causa da presença do vidro.
A11	Quando coloca o vidro a vela se apaga.		Porque acabou o oxigênio.
A12			

<b>A13</b>	Ao colocar o vidro a vela apagou.		Acabou o oxigênio.
<b>A14</b>	Quando coloca o vidro a vela se apaga por falta de oxigênio.		
<b>A15</b>	A vela se apagou ao colocar o vidro.	Se não tem comburente, a vela não vai queimar.	A vela se apagou porque o oxigênio acabou.
<b>A16</b>			A vela se apaga porque o oxigênio acabou.
<b>A17</b>	A vela, ao colocar o vidro, ela não recebe mais comburente.	Da falta de comburente.	Ao faltar o comburente (oxigênio) o fogo presente na vela acaba.
<b>A18</b>	A vela, ao colocar o vidro, ela apagou.	Por conta do vidro e falta de gás oxigênio vela apagou.	Com a presença do vidro, a vela se apaga por causa que o gás oxigênio que é o comburente, acaba.

**Fonte:** Dados da Pesquisa. Elaborado pelos autores, 2020.

No aspecto conceitual, todos os estudantes, exceto **A12**, apresentaram indicadores implícita ou explicitamente presentes nos três grupos de AC: compreensão das bases da situação, algo característico do **Grupo 1** dos Indicadores de AC; construção de ideias lógicas e objetivas, característico do **Grupo 2**, e o entendimento da situação, característico do **Grupo 3**.

Nos argumentos elaborados pelos estudantes foram evidenciados os indicadores: **Raciocínio lógico, Justificativa e Explicação**. Para Sasseron (2008), se bem estruturada, a ideia de relação entre os grupos de indicadores de AC, será percebida pelos estudantes como uma relação entre os fenômenos do mundo natural e a ação humana atuando sobre eles.

O Quadro 8 mostra os tipos de argumentos elaborados pelos estudantes. Houve prevalência de argumentos completos (38,8%), o que denota existir entendimento dos estudantes em relação ao *layout* de argumentação em relação à situação didática.

*Quadro 8 – Tipos de argumentos elaborados pelos estudantes sobre a combustão da vela.*

Elementos	Ocorrência	Porcentagem
D-J-C	<b>A2, A6, A7, A9, A15, A17 e A18</b>	38,8%
D-C	<b>A3, A5, A8, A11 e A13</b>	27,7%
D-J	<b>A1 e A4</b>	11,1%
C	<b>A10 e A16</b>	11,1%
D	<b>A14</b>	5,5%
Sem elementos	<b>A12</b>	5,5%

**Fonte:** Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores, 2020.

Diante disso, consideramos que a inserção de atividades de construção de argumentos, estimula os estudantes a justificarem alegações, favorece a efetivação da aprendizagem e possibilita ao aluno pensar criticamente.

## 8. Conclusão

Considerando o objetivo principal desta pesquisa, o de avaliar a potencialidade do desenvolvimento de uma atividade investigativa na promoção da Alfabetização Científica, a presença dos indicadores de AC e de argumentação indicaram que a AC está em processo.

Pondera-se também que a AC não é alcançada em apenas um conjunto de aulas no ensino fundamental, entretanto, acreditamos que este processo, uma vez iniciado, se manterá em constante construção.

A presença dos indicadores de AC e de argumentação revelou quais habilidades e competências estavam sendo desenvolvidas pelos estudantes e se, e como, essas estavam sendo trabalhadas, possibilitando uma reflexão por parte do professor.

Das competências relacionadas à AC, aquelas ligadas à construção de ideia lógica e compreensão da situação analisada foram as mais evidenciadas na atividade investigativa.

Os indicadores de AC ligados ao trabalho direto com dados empíricos não foram identificados. Também não foram presenciadas competências de forma explícita ligadas ao levantamento e teste de hipóteses, bem como de previsão construídas pelos estudantes, entretanto, houve estabelecimento de explicações sobre os fenômenos estudados e a busca de justificativas para torná-las mais robustas. Acreditamos, então, ter existido uma relação de informações e hipóteses de maneira implícita.

Sobre as competências de discussão e divulgação do conhecimento, ponderamos que a primeira se mostrou evidente pela criação de um espaço social majoritariamente dialogado, o que proporcionou as interações discursivas. Já em relação à divulgação do conhecimento, esteve presente na produção dos argumentos dos estudantes.

Os indicadores de argumentação evidenciados na atividade investigativa se apresentaram apenas quando os estudantes foram induzidos a produzir no *layout* adaptado. Conclui-se, assim, que é necessário conduzir os alunos na produção de argumentos. O indicador de justificativa pelos estudantes mostra a utilização de garantias para sustentar determinadas afirmações, sendo uma competência necessária numa investigação científica.

Em relação ao ensino por investigação e à argumentação, concluímos que ambos se apresentam como abordagens e/ou modalidades didáticas que privilegiam situações didáticas com características do trabalho científico. Neste ponto, chama-se a atenção para a aproximação da cultura científica com a escolar, rompendo com uma cultura de práticas didáticas sem contextualização com a própria ciência.

Contudo, proporcionar abordagens de questões inconclusivas e que mobilizem os estudantes na busca de respostas, evita que ocorra apenas a transmissibilidade do conhecimento e fortalece a perspectiva de “construir o conhecimento”. O ensino por investigação e argumentação não deve se caracterizar como atividade secundária no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que seus elementos dão suporte ao trabalho de modo conceitual, procedimental e atitudinal.

## 9. Referências

- AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. **Science Education**, v. 69, n. 4, p. 453-475, 1985.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Biruta, 2009. 153 p.
- BYBEE, R. Towards na Understanding of Scientific Literacy. In: GRABER, W; BOLTE, C. (org.) **Scientific Literacy**, 1997.
- CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. 157 p.
- DEL-CORSO, T. M. **Indicadores de alfabetização científica, argumentos e explicações: análise de relatórios no contexto de uma Sequência de Ensino Investigativo.** 2014. 390 f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, L. What are authentic practices? Analysis of students' generated projects in secondary school. Paper presented at the NARST **Annual Meeting**, Filadélfia, 2010.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en Biología y Geología. In: P. CAÑAL (Ed.). **Didáctica de la Biología y la Geología.** Barcelona: Graó, p. 129-149, 2011.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practices. In: INQUIRY CONFERENCE ON DEVELOPING A CONSENSUS RESEARCH AGENDA, 2005, New Brunswick. **Proceeding of Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda.** New Brunswick: 2005.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practice. In: DUSCHL, R.; GRANDY, R. (eds.). Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation. Rotterdam: **Sense Publishers**, p.99-117, 2008.
- KELLY, G. J.; TAKAO, A. Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 314-342, 2002.
- MORTIMER, E. F. et al. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: NARDI, R. (org.). **A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes.** São Paulo: Escrituras, 2007, p. 53-94.
- MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, v. 17, p. 115-137, 2015.

NILSON, L. L.; ROSA, W.; NILSON, M. L. Alfabetização Científica na educação infantil: relato e discussão de atividade envolvendo o estudo de minhocas. **ENCITEC**, Santo Ângelo, vol. 10, n.3, p.220-226, set./dez. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/encitecv10i3.3620>.

OSBORNE, J.; PATTERSON, A. Scientific argument and explanation: a necessary distinction? **Science Education**, v. 95, n.4, p. 627-638, 2011.

PEDASTE, M. *et al.* Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47-61, 2015.

RATZ, S. V. S.; MOTOKANE, M. T. A construção dos dados de argumentos em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 4, p. 951-973, 2016.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental**: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula, 2008, 265p. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SCARPA, D. L. O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop. **Revista Ensaio**, v. 17 n. especial, p. 15-30, 2015.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 17, p. 69-96, 2015.

SILVA, E. L. da.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.

TOULMIN, S. E. **The uses of argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.