

DA ENERGIA EÓLICA À LUZ DO LED: FORMULAÇÃO DE PERGUNTAS INVESTIGATIVAS E INTRODUÇÃO À ARGUMENTAÇÃO EM UMA AULA DE CIÊNCIAS DO 5º ANO

Joner Ney Vieira da Silva¹

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), jonervieira@usp / jonerney@gmail.com

INTRODUÇÃO

No Ensino de Ciências por Investigação, as perguntas investigativas são fundamentais, pois elas funcionam como “instrumentos dialógicos” que mobilizam significados e orientam a elaboração conceitual (Machado & Sasseron, 2012). Entre elas, destacam-se as perguntas de problematização, que retomam e reformulam o problema, convidando o aluno a organizar informações e buscar explicações, como “Por que isso acontece?” ou “Como explicar esse fenômeno?”. Vinculado ao processo investigativo, o desenvolvimento da argumentação científica nos anos iniciais tem se consolidado como objetivo pedagógico (Costa, 2008). Argumentar envolve formular afirmações com base em evidências, justificar conclusões, analisar pontos de vista e dialogar com colegas e professores (Carvalho; Sasseron, 2011). Segundo Sasseron (2020), a argumentação sustenta a investigação e a construção de explicações, constituindo prática central da atividade científica. Apesar disso, ainda é pouco trabalhada nos anos iniciais (Colombo Junior et al., 2012).

No ensino de Física, temas como energia, eletricidade e transformações energéticas devem ser abordados desde cedo, favorecendo concepções adequadas sobre fenômenos cotidianos. Nesta proposta, exploramos dispositivos simples, como geradores e LEDs movidos a energia eólica, permitindo às crianças relacionar fenômenos naturais a tecnologias e elaborar explicações próprias, aproximando-se da cultura científica de forma prazerosa e significativa (Monteiro; Teixeira, 2004; Schroeder, 2007).

Diante desse contexto, emerge a seguinte problemática: de que maneira atividades experimentais envolvendo dispositivos simples de geração de energia podem favorecer a formulação de perguntas investigativas e o desenvolvimento da argumentação científica em alunos do 5º ano do ensino fundamental?

As atividades foram planejadas com foco na manipulação de materiais, na experimentação e na interação entre colegas, favorecendo a criação de um ambiente de ideias, confrontos cognitivos e novas construções conceituais (Carvalho et al., 2009; Ferraz; Sasseron, 2017).

O presente relato analisa a experiência “Da energia eólica à luz do LED”, desenvolvida em 2023 com uma turma de 5º ano, em uma escola pública em Mãe do Rio-PA, composta por trinta estudantes de nove a dez anos. A proposta buscou romper com práticas tradicionais, incentivando a investigação, a argumentação e a elaboração de explicações próprias, além da interação entre os alunos para promover diálogo, negociação de significados e revisão de ideias.

Fundamentada no Ensino de Ciências por Investigação, a proposta incluiu perguntas investigativas e a introdução da argumentação científica. Para analisar os argumentos, utilizou-se o Padrão de

Argumentação de Toulmin (TAP), que identifica elementos como dado, conclusão, garantia, qualificador, refutação e conhecimento básico. Buscou-se propor questões que estimulassem a construção de argumentos a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes. Contudo, como veremos, nem todos os elementos do TAP apareceram nas respostas, o que é compreensível pela faixa etária e pelo primeiro contato com essa abordagem.

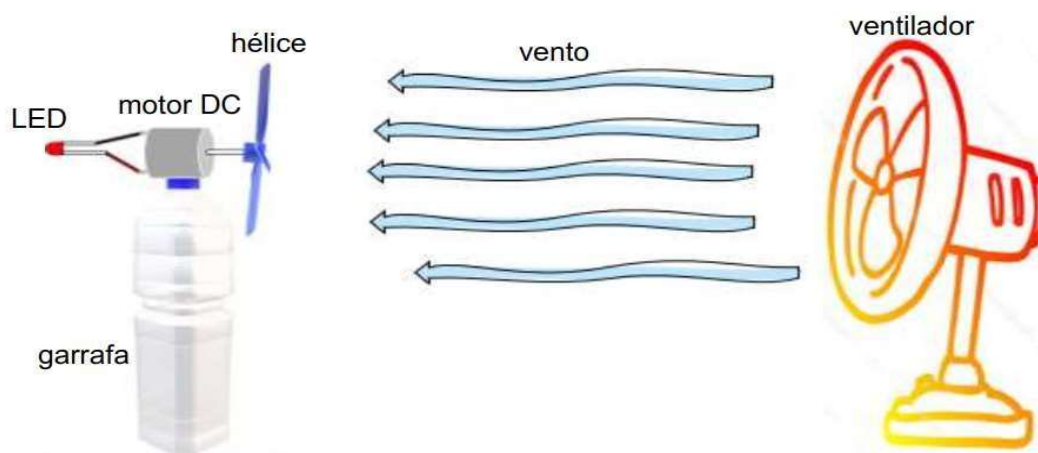
METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, na qual o interesse está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos à suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Pode-se considerá-la de natureza descritiva, pois busca observar, registrar, analisar e ordenar os dados. A mesma é configurada como estudo de caso, já que, coleta e analisa as informações de uma determinada comunidade, ou seja, uma turma do 5º ano (Almeida, 1991; Moreira, 2011). A investigação foi orientada pelos princípios do Ensino de Ciências por Investigação, adotando a elaboração de perguntas realizadas pelos estudantes como eixo estruturante da atividade didática e introdução à argumentação. Ao longo das etapas, foram registradas a evolução das perguntas investigativas, bem como as justificativas e explicações produzidas coletivamente. As interações entre professor e estudantes foram debatidas em sala, registradas nos cadernos, gravadas em áudio e transcritas pelo aplicativo “Blip Vira Texto”. Esses diferentes registros constituíram o material empírico que permitiu acompanhar a progressão das ideias, a forma como os alunos chegaram à pergunta final selecionada e os caminhos argumentativos mobilizados durante a atividade.

O desenvolvimento das atividades

Inicialmente, o professor apresentou aos estudantes uma mini-usina eólica composta por uma garrafa PET contendo água, um motor DC com hélice acoplada, um LED e um ventilador (Figura 01). Realizou-se uma demonstração do funcionamento do dispositivo, estimulando a observação do fenômeno pelos estudantes. Em seguida, eles foram orientados a formular perguntas investigativas sobre o experimento. As perguntas foram registradas na lousa e reformuladas com mediação docente. Posteriormente, cada grupo confeccionou sua própria mini-usina, afim de aprofundar a própria investigação. Para evitar acidentes, somente o professor manipulou o ventilador.

Figura 01: Esquema da mini-usina eólica com o ventilador



Fonte: Autoria própria (2025)

Primeiros diálogos

A seguir transcrevem-se os diálogos entre professor e estudantes a fim de evidenciar a interação entre os mesmos e as intervenções realizadas pelo professor por meio e suas provocações e fomentos relacionados às respostas dos estudantes.

Professor: — Atenção, pessoal! Vou ligar o ventilador e direcioná-lo para este objeto, que é uma mini-usina eólica. Observem com atenção o que acontece.

Ao ser atingida pelo vento produzido pelo ventilador, a pequena hélice acoplada a um motor DC de 5V, começou a girar, fazendo acender um LED vermelho conectado ao motor. A sala reagiu imediatamente: as crianças ficaram entusiasmadas, algumas demonstrando surpresa, como se estivessem diante de um truque de mágica.

O professor então prosseguiu: — Quero que vocês façam perguntas sobre o que acabaram de ver. Eu escreverei todas aqui na lousa. Mas atenção! As perguntas precisam ser bem formuladas, claras e organizadas, ou seja, perguntas de caráter científico. Vamos lá! Quem será o primeiro?

Conforme cada aluno participava, o professor ajudava a reformular e aprimorar as perguntas, até que se tornassem compatíveis com o que se espera de uma investigação científica escolar.

Primeiras perguntas:

01: – Como esse “troço” faz o led acender? – Iniciou uma aluna.

Professor: – Muito bem. Essa é uma ótima pergunta! Mas ela seria uma pergunta científica? Penso que precisamos reformulá-la. O que seria “esse troço”?

02: – Um motorzinho – respondeu outra aluna.

03: – Como o motorzinho faz o led acender? – Um aluno perguntou com a mão direita levantada.

Professor: – Excelente! Continuem melhorando.

04: – Como o motorzinho faz o led acender enquanto a hélice gira? – Outro aluno perguntou.

Professor: - Legal, legal... Vocês estão indo muito bem. O nome do motorzinho é gerador elétrico, ok? Eu acho que ainda podemos melhorar mais essa pergunta. Vamor lá!

Após algumas tentativas, os alunos continuam:

05: - Como o gerador elétrico transforma a energia do vento em eletricidade?

Professor: – Uau! Que pergunta maravilhosa! Atenção, crianças! Atenção aqui. Vou contar um segredo para vocês “A energia do vento se chama energia eólica e também podemos substituir o verbo “transformar” pelo verbo “converter”, caso queiram”. Será que ainda podemos melhorar essa pergunta?

(...)

Após algumas tentativas, enfim, um aluno pergunta:

06: – Como o gerador elétrico converte energia eólica em eletricidade e faz o led acender?

Professor: - Nossa! Isso é muito bom! Essa me parece ser uma pergunta ideal. Muito boa! Nós podemos destacá-la aqui – o professor escreveu, circulou a palavra e continuou. “Vocês podem fazer outras perguntas. Continuem! Continuem que estou gostando muito disso”.

Outras perguntas:

– O que há dentro do motorzinho para gerar energia? – Quem criou o gerador elétrico? – Onde o gerador elétrico foi criado? – Como produzimos energia elétrica? – De que a energia elétrica é feita? Após este momento, o professor propôs que a turma escolhesse uma das perguntas para ser investigada. Durante a discussão, as crianças analisaram as perguntas elaboradas e decidiram juntamente com o professor que a pergunta escolhida seria:

1 – Como o gerador elétrico converte energia eólica em eletricidade e faz o LED acender?

O interessante nesta pergunta é que ela possui uma significativa abrangência conceitual e consegue articular os principais elementos envolvidos no experimento: a fonte de energia (vento), o componente tecnológico (gerador elétrico), o processo de conversão (transformação de energia) e o efeito observado (acendimento do LED). A partir dessa pergunta, os alunos produziram respostas individuais e, posteriormente, discutiram em pequenos grupos para elaborar uma resposta consensual. De acordo com Ferraz e Sasseron (2017) “a construção de argumentos pelos alunos só é favorecida quando há interação e colaboração entre professor e alunos e entre estas pessoas e os materiais e conhecimentos à disposição naquele contexto”. Esse processo gerou alguns resultados que evidenciam diferentes graus de entendimento, uso de termos científicos, incompreensões e aproximações ao modelo científico de transformação de energia e que foram oralizadas e escritas pelos alunos e que neste trabalho estão transcritas no quadro 01, pois deve-se considerar que o estabelecimento de interações discursivas não são apenas debates orais, mas também a apresentação de ideias em outras formas de discursos, como, por exemplo, o discurso escrito (Sasseron, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, apresentamos as respostas individuais, as sínteses coletivas e os registros orais de cada grupo para a pergunta. Os alunos receberam as nomeclaturas de acordo com os grupos. Exemplo:

A1 é o aluno 01 do grupo A, B2 é o aluno 02 do grupo B, e assim por diante.

Quadro 01: Como o gerador elétrico converte energia eólica em eletricidade e faz o led acender?

Grupo A	Repostas individuais
A1	(...) quando a hélice se move a base do vento, gera energia no motorzinho e faz com que a luz do LED acenda gerando energia elétrica.
A2	Uma força elétrica traz energia. A hélice quando pega vento traz mais energia e a luz do LED vai surgir.
A3	A hélice pega o vento do ventilador e vai fazer que o motor gere energia e é por isso que o motor e a hélice funcionam ao mesmo tempo.
A4	Eu acho que quando o vento bate na hélice, o motor gera energia para o LED e com isso, acontece que a hélice e o motor giram iguais e do mesmo modo geram [energia] pelo fio que passa para o LED.
Resposta do grupo escrita após o diálogo	
Todos nós chegamos numa mesma conclusão em que o vento passa pela hélice que vai gerando energia para o motor e dessa energia vai passando pelos fios que estão conectados ao motor e ao LED.	
Resposta oral do representante do grupo	
“O vento vai passando pela hélice e desse vento que a hélice vai girando ela vai para o motor e dentro do motor tem um geradorzinho em que vai passando pelos fios que estão conectados ao LED vai gerando uma energia que vai fazer ele brilhar.	
Grupo B	Repostas individuais
B1	Quando a hélice começa a girar o motor, o cabo vai gerar energia e a luz acende sozinha.
B2	Não respondeu
B3	A energia elétrica faz o vento e faz girar...e sem o vento a energia não gira.
B4	O motor tem energia e com a energia do vento a hélice gera...assim os dois formam energia e assim passa pelo fio e dando energia assim brilha o led.
B5	A hélice gira e o motor começa a bombear. Assim gera a energia depois passa pelos fios, depois pelo LED e então gera energia e é assim uma usina eólica.
Resposta do grupo escrita após o diálogo	
A hélice gira o motor e assim começa a bombear. Assim gera energia e depois passa pelos fios para o LED então gera energia então é assim uma usina eólica.	

Grupo C	Repostas individuais
C1	Tudo é feito de átomos, como por exemplo o cobre. O cobre em forma de fio é enrolado num tubo perto de um ímã. Se o ímã gira, o ímã atrai os elétrons de cada átomo em alta velocidade, que forma uma corrente elétrica. Assim, se ligado na hélice e ela girar o suficiente, teremos energia e acende o LED. Em ordem: 01 - O vento gira a hélice; 02 - A hélice girando no motor, o motor gira; 03 - O ímã e o cobre do motor criam a corrente elétrica; 04 - A eletricidade percorre o fio 05 - A luz acende.
C2	Não respondeu por escrito, e sim, oralmente.
C3	Por que a energia é diferente. Porque é importante.
Resposta do grupo escrita após o diálogo	
O grupo não chegou a um consenso, pois os alunos C1 e C2 discordaram de como deveria ser a resposta do grupo.	
Respostas orais de dois representantes do grupo que não chegaram a um consenso	
C2: Eu cheguei á conclusão que tem tipo um cobre aqui dentro e outra hélice [se referindo ao rotor], com quatro “hélices”, que quando gira muito a hélice faz esquentar dentro do motor, e também a hélice que tá aqui [aponta para dentro do motor], passa por dentro da outra hélice gerando mais volts de energia e passando pelos fios e gerando energia para o LED. C1: - Primeiramente saiba que um átomo pode ter pelo menos mais de um nêutron, um próton ou principalmente o que vou explicar, o elétron. Existe um cobre bem dentro do motor, que ele fica em um tubo, enroladinho, e perto tem um ímã. Quando esse ímã gira, os elétrons de cada átomo eles vão em alta velocidade, percorrendo o percurso, é como se fossem atraídos, então fazem a corrente elétrica. Assim como a hélice gira, gira essas duas coisas, que se tiver energia suficiente, acende a lâmpada [se referindo aoLED].	

Fonte: autoria própria (2025)

Os resultados expostos no quadro 01 convergem com os pensamentos de Ferraz e Sasseron (2017), pois observa-se que houve engajamento por parte dos estudantes nas práticas argumentativas dentro do contexto escolar, onde surgiu oportunidades para que a construção do entendimento sobre os objetos de investigação fosse feita coletivamente por meio da troca de informações durante as interações com o professor, seus colegas e com os materiais didáticos e intelectuais aos quais tiveram acesso, tais como as exposições orais, a experimentação e as observações dos fenômenos de transformação da energia eólica em energia luminosa por meio do LED. A seguir, procuraremos analisar tais resultados por meio do TAP, como recomendam os autores.

Analizando por meio do Padrão de Argumentação de Toulmin (TAP)

Buscou-se classificar algumas dessas respostas de acordo com o modelo de Toulmin, pois o mesmo oferece fundamento suficiente para avaliar os argumentos que são construídos em discussões estabelecidas em aulas de ciências (SASSERON, 2020). Para melhor representar tal proposta, organizou-se os elementos do modelo de Toulmin com a representação das letras e os seus respectivos significados, sendo: C → Conclusão/afirmação; D → Dados/evidências; W → Garantia/regra que liga D a C; B → Apoio/fundamentação teórica da regra; Q → Grau de certeza da conclusão e R → Exceções ou limitações.

Escolheu-se as respostas dos alunos A3, A4, B1, B5 e C1, por compreendermos que as mesmas possuem características minimamente compatíveis para serem analisadas pelo TAP.

A3: D: O vento gira a hélice; W: hélice girando faz o motor gerar energia (garantia implícita); C: e é *por isso* que o motor e a hélice funcionam ao mesmo tempo e geram energia. Sem justificativas, apenas descrição causal.

A4: D: vento bate na hélice; C: LED acende; W: motor gera energia e passa pelo fio. Não há justificativa, mas há conexão mais clara entre eventos.

B1: D: hélice gira; C: luz acende. W: motor e cabo “geram energia” (garantia confusa). Falta clareza, ausência de justificativas.

B5: D: hélice gira e motor bombeia [energia]; W: energia passa pelos fios e chega ao LED; C: LED acende. Estrutura mais completa que as anteriores, mesmo com termos inadequados como “bombear”.

C1: D: cobre + ímã + movimento fazem os elétrons se moverem; W: movimento do ímã gera corrente elétrica por indução; C: corrente acende o LED; B: conhecimentos básicos, a nível de 5º ano, da estrutura atômica e eletromagnetismo. Há justificativas explícitas (o ímã atrai elétrons).

Percebe-se que os alunos apresentam diferentes níveis de argumentação, inicialmente, alguns alunos nem mesmo se pronunciavam quanto ao fenômeno observado, talvez por medo ou timidez, porém, com as motivações, tais alunos avançaram para além do que apresentavam ou não apresentavam no início das atividades. Como afirma Colombo Junior et al., (2012) “Em sala de aula não se tem uma argumentação pronta no sentido de “polida”, é preciso “montá-la”, ou seja, entendê-la nas falas dos alunos”. É importante atentar para o papel do erro no ensino de ciências, pois é a partir dele que também se pode problematizar e construir conhecimentos em sala de aula. Enfim, é preciso assumir que argumentar não é uma capacidade inata do ser humano, mas que a mesma pode ser aprendida por meio da prática (Costa, 2008)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades com a mini-usina eólica possibilitaram aos alunos do 5º ano vivenciar um processo de investigação científica, aproximando-os da argumentação científica, eixo central da proposta. A observação do acendimento do LED a partir do movimento da hélice desencadeou a formulação de

perguntas, a discussão de hipóteses e a construção de explicações progressivamente mais elaboradas, evidenciando avanços no raciocínio dos estudantes. Também, destaca-se o fato de que as respostas apresentaram diferentes níveis de compreensão, desde descrições fenomenológicas até tentativas de explicações apoiadas em elementos de modelos físicos, como referências a ímãs, cobre e elétrons, diversidade típica e pedagogicamente relevante nos anos iniciais. Destacam-se ainda os diálogos entre os alunos, a explicitação e revisão de concepções prévias e a negociação coletiva de significados, mediadas pela interação direta com o objeto experimental. Ao final do processo, com as intervenções do professor, os grupos produziram explicações mais consistentes e adequadas à faixa etária, reconhecendo que o vento movimenta a hélice, aciona o motor e gera eletricidade, permitindo o acendimento do LED. Assim, a atividade favoreceu o desenvolvimento de habilidades como observar, questionar, argumentar, justificar e revisar ideias, demonstrando que a articulação entre experimentação, perguntas investigativas e discussão orientada contribui para a promoção da alfabetização científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Maria Lucia Pacheco de. **Como elaborar monografias**. 2ª ed. Belém. CEJUP, 1991.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *et al.* **Ciência no Ensino Fundamental: O Conhecimento Físico**. Scipione, São Paulo, 2009. (coleção Pensamento e Ação na sala de aula).
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. 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.
- COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; LOURENÇO, Ariane Baffa; SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de Física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico”. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 489-507, 2012.
- COSTA, Ausenda. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, 46/5, 1-8, 2008.
- FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, e2658, 2017.
- MACHADO, Vitor Fabrício; SASSERON, Lúcia Helena. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, 2012.
- MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Propostas e avaliação de atividades de conhecimento físico nas séries iniciais do ensino fundamental. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 21, n. 1: p. 65-82, abr. 2004.
- MOREIRA, Marco Antônio Moreira. **Metodologia de pesquisa em ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, e20073, 2020.
- SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de Ciências. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 243-262, set./dez. 2011.
- SCHROEDER, Carlos. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 89-94, (2007).