

CAPACIDADES ARGUMENTATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O PAPEL DAS EVIDÊNCIAS E DO ARGUMENTO NA CONSTRUÇÃO DE PSEUDOCONCEITOS SOBRE A FERRUGEM DOS METAIS

Josiane de Almeida¹, Paulo Cesar de Almeida Raboni², Moacir Pereira de Souza Filho³

¹ Universidade Estadual Paulista – Unesp – Presidente Prudente-SP / Programa de Pós-Graduação em Educação, josiane.trevisani@unesp.br

² Universidade Estadual Paulista – Unesp – Presidente Prudente-SP / Programa de Pós-Graduação em Educação e Departamento de Educação, paulo.raboni@unesp.br

³ Universidade Estadual Paulista – Unesp – Presidente Prudente-SP / Programa de Pós-Graduação em Educação e Departamento de Física, moacir-pereira.souza-filho@unesp.br

INTRODUÇÃO

As pesquisas sociolinguísticas, no caso as que se preocupam com a análise discursiva, privilegiam as análises quantitativas e valorizam uma concepção interpretativa, buscando compreender como o processo interativo ocorre entre os protagonistas do contexto de sala de aula, no sentido de compreender como novos processos de mediação emergem para formas mais complexas de cognição (Monteiro e Teixeira, 2015, p. 31).

A argumentação refere-se a algum processo interativo entre indivíduos que tenta convencer “o outro lado” a aceitar ou favorecer uma determinada posição. Nesse sentido, a argumentação é um processo social e dinâmico, envolvendo indivíduos engajados em pensar, construir e criticar o conhecimento.

Segundo Sasseron (2020, p. 6), as interações discursivas “são modos pelos quais professor e estudantes relacionam-se em sala de aula e com os materiais e conhecimentos que ali são construídos e estão à disposição”. A autora destaca que as interações discursivas permite o professor obter informações que tornem possível avaliar o envolvimento e a aprendizagem de seus alunos, sobre o assunto em foco.

Para Bogar (2019), do ponto de vista do aluno, a argumentação só traz benefícios, pois melhora a sua capacidade de raciocínio, valoriza suas ideias, permite o trabalho colaborativo na resolução de problemas, desenvolve o pensamento crítico e permite ao aluno compreender a natureza da ciência.

Do ponto de vista do professor, Bogar (2019) vai dizer que ele deve propiciar um ambiente agradável e confiável para encorajar seus alunos a expressarem suas ideias, apoiando sempre seus argumentos; deve instruir os alunos em atividades escritas e orais; deve ajudar os alunos a desenvolverem competências cognitivas de ordens superiores.

Kelly e Licona (2018) pontuam algumas potencialidades do discurso: (i) As práticas discursivas são centrais para os processos de busca, construção e refinamento de afirmações de conhecimento na ciência; (ii) O discurso refere-se à linguagem em uso, incluindo comunicação verbal e não verbal; (iii) O uso de discursos (falados, escritos, simbólicos) impõe demandas comunicativas aos alunos.

A ação de argumentar tem, segundo Justi (2015, p. 34), três objetivos básicos: atribuição de sentido (quando o sujeito tenta relacionar as afirmações com evidências empíricas); atribuição de ideias (comunicar aos interlocutores um argumento plausível); e persuasão (utiliza uma ideia na tentativa de convencimento de outras pessoas).

Decorrentes desses objetivos, Justi (2015, p. 35) define cinco capacidades argumentativas: (i) lidar com evidências; (ii) elaborar argumentos; (iii) elaborar teorias alternativas; (iv) elaborar contra-argumentos; e (v) refutar uma ideia. Justi (2015) define de maneira mais clara essas capacidades argumentativas:

- (i) Lidar com evidências: identificar observações, fatos ou dados que podem ser usados como evidências em um determinado contexto; planejar experimentos investigativos que possam produzir algumas evidências; articular essas evidências com uma justificativa coerente;
- (ii) Elaborar argumentos: um argumento científico pode ser definido como “uma afirmação devidamente subsidiada por justificativa(s) de natureza empírica e teórica”. A elaboração de justificativas requer a seleção de evidências a partir de dados e o estabelecimento de relações coerentes entre elas e teorias e/ou modelos aceitos no contexto em questão. O poder de persuasão requer movimentos retóricos usados na fala e na escrita, com o objetivo de ponderar e dar forças às conclusões;

Justi (2017, p. 35) explica de maneira mais detalhada o que se entende por evidências:

A capacidade de *lidar com evidências* está relacionada com as habilidades de identificar observações, fatos, sinais ou dados que podem ser usados como evidências em um determinado contexto; planejar experimentos investigativos que possam produzir evidências relativas a um dado problema; selecionar as evidências mais relevantes (isto é, específicas, suficientes e confiáveis).

Neste sentido, apresentamos neste artigo um recorte de uma tese de doutorado que trabalhou com alunos do Ensino Fundamental em uma Sequência de Ensino Investigativa sobre a ferrugem dos metais (Almeida, 2025). O objetivo da pesquisa foi por meio das capacidades argumentativas apontadas por Justi (2015) destacar o papel das evidências e dos argumentos na construção do conhecimento.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é qualitativa (busca compreensão dos fenômenos), de natureza aplicada (utiliza uma Sequência de Ensino Investigativa sobre a ferrugem dos metais), exploratória (pois busca explorar a interação interpessoal que ocorre em sala de aula) e definida como uma “pesquisa pedagógica interventiva de desenvolvimento”.

Segundo Teixeira e Megid Neto (2017, p. 1056), as Pesquisas de Natureza Interventiva são modalidades de investigação úteis para gerar conhecimentos, práticas alternativas/inovadoras e processos colaborativos. Além disso, podemos testar estratégias e recursos didáticos, desenvolver processos formativos, nos quais, os pesquisadores e demais sujeitos envolvidos, atuam na intenção de resolver questões práticas, sem deixar de produzir um conhecimento sistematizado.

Pesquisa & Desenvolvimento é uma modalidade na qual o pesquisador desenvolve e testa novos processos e produtos (no nosso caso, Sequências de Ensino Investigativas), que parta de um problema identificado de natureza prática, cuja tentativa de solução seja imediata. Assim, o foco reside na descrição e análise do processo de desenvolvimento e aplicação do produto.

O trabalho foi desenvolvido no segundo semestre de novembro de 2022, em uma turma do 4º ano do ensino fundamental, cuja amostra era composta por 23 alunos, sendo 11 meninas e 12 meninos, com idades variando entre 9 e 10 anos de idade. Esses alunos foram divididos em quatro grupos. Os estudantes estavam bastante motivados para participarem das atividades de Ciências.

Para evitar a identificação pessoal do aluno e garantir o seu anonimato, ao longo do texto denominaremos o aluno por AXXGX, sendo “AXX” referente ao aluno de 01 a 23 e “GX” , que representa o grupo em que o aluno está alocado, variando de 1 a 4. Assim, por exemplo A08G2 corresponde ao aluno 08, pertencente ao grupo 2.

Cabe ressaltar que, como dissemos, os responsáveis pelas crianças autorizaram a participação e o uso do material para a pesquisa, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Esta pesquisa também foi submetida à Plataforma Brasil e aprovada por seu Comitê de Ética sob o número 67769622.3.0000.5402.

Apresentamos neste artigo as transformações irreversíveis que ocorre nos metais, como em materiais feitos de ferro e de aço. Esta Sequência de Ensino Investigativa tem a seguinte

estrutura:: (i) levantamentos das concepções prévias dos alunos sobre a causa da ferrugem; (ii) sistematização coletiva (com a turma) dos conhecimentos cotidianos (iii) produção coletiva dos cartazes pelos alunos com figuras de objetos metálicos (bombril, prego e corrente); (iv) atividade prática com os alguns objetos metálicos reais (bombril, prego e corrente); (v) produção individual dos relatos dos alunos com aparecimento dos pseudoconceitos.

Neste artigo vamos nos ater mais na etapa IV da Sequência de Ensino Investigativa, onde os alunos fazem alguns experimentos com metais e fazem observações após uma semana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Além dos materiais destinados a produção dos cartazes, a professora providenciou para esta etapa da sequência de ensino investigativa materiais reais para que os alunos pudessem desenvolver os experimentos com eles.

Foi entregue aos grupos uma palha de aço, um prego e uma corrente. Também eles receberam recipientes onde eles poderiam colocar água pura ou, misturada em vinagre e um tubo tinta spray que eles poderiam utilizar para pintar o prego e os demais materiais.

Cada grupo recebeu uma palha de aço, um prego e uma corrente. Eles deviam mergulhar nos líquidos para ver se eles “enferrujavam” e “proteger para que eles não enferrujassem”. Na semana seguinte observaram e discutiram o que aconteceu com os objetos.

Figura 1. Alunos observando os materiais ferrosos



Fonte: autoria própria

Os alunos decidiram em grupos o que fazer com os materiais que tinham disponíveis: deixar o bombril no ambiente, mergulhar em água, acrescentar vinagre, fazer o mesmo com o prego e a corrente e, por fim, pintar o prego com tinta spray. Enfim, eles tiveram liberdade para planejar o experimento da maneira que desejaram.

Após transcorrido uma semana, a professora pegou os objetos que tinham sido guardados para que os alunos pudessem observar o processo de ferrugem ou de conservação dos objetos metálicos.

Cada grupo recebeu o mesmo material que tinham reservado na semana anterior. Eis alguns episódios que iremos apresentar e analisar:

Quadro 1: Atividades desenvolvidas com os alunos ao longo da pesquisa

Turno	P/A	Transcrição das falas	Capacidades argumentativas
25	G4A19	<i>Professora, no cabo da minha sombrinha tem pontos de ferrugem</i>	Evidências
26	Profa.	<i>Dê uma olhada nesse armário. Aonde ele está mais enferrujado?</i>	-
27	G4A19	<i>Embaixo!</i>	-
28	Profa.	<i>O que o fabricante fez para evitar a ferrugem?</i>	
29	G3A13	<i>Pintou</i>	
30	Profa.	<i>E porque embaixo está mais enferrujado?</i>	Evidências
31	G4A19	<i>Porque ele está encostado no chão e o chão fica molhado quando lava</i>	
32	G2A06	<i>Quando minha mãe lava o quintal ou chove, acumula água no trilho do portão e ele está todo enferrujado</i>	Argumentos
33	Profa.	<i>Na sua casa tem cachorro?</i>	
34	G2A06	<i>Sim, três [...]</i>	
35	Profa.	<i>O que eles fazem que enferruja o portão</i>	-
36	G2A06	<i>Xixi. O líquido do xixi é "mais forte"!</i>	Argumentos
Turno	P/A	Transcrição das falas	Capacidades argumentativas
47	Profa.	<i>Olhe a diferença entre as palhas de aço: uma está intacta [que foi deixada no ambiente], a outra está toda enferrujada, tá esfarelado [a mergulhada em água]</i>	Evidências
48	Alunos	<i>Ela mudou de cor, ficou loira, depois marrom, toda enferrujada</i>	Evidências
49	Profa.	<i>Porque estão diferentes?</i>	-
50	Alunos	<i>Uma foi mergulhada em água, a outra não [ficou normalzinho]!</i>	Argumentos
51	Profa.	<i>Dai tiramos uma lição. O que favorece enferrujar?</i>	-
52	Alunos	<i>Água e umidade</i>	Argumentos
Turno	P/A	Transcrição das falas	Capacidades argumentativas
53	Profa.	<i>Na semana passada, eu trouxe um prego e dei pra vocês colocarem na água. O que aconteceu?</i>	
54	G3A16	<i>Enferrujou, ficou preto</i>	
55	Profa.	<i>Ficou com uma aparência feia e a água ficou toda suja, com uma coloração estranha</i>	Evidências
56	G3A16	<i>O prego está todo enferrujado!</i>	Argumento
57	Profa.	<i>Se colocar na água com vinagre, enferruja mais, ou menos?</i>	
58	G2A06	<i>Mais [...]</i>	Argumento
59	Profa.	<i>Por quê?</i>	

60	G2A06	<i>Por que o líquido fica “mais forte”, igual ao do xixi do cachorro</i>	Argumento
61	Profa.	<i>Compare os pregos mergulhados no líquido com aquele pintado</i>	-
62	G3A15	<i>Ele ficou “mais forte”, ele não enferrujou, porque a tinta protege.</i>	Argumento
Turno	P/A	Transcrição das falas	Capacidades argumentativas
65	Profa.	<i>A corrente está intacta</i>	Evidências
66	Profa.	<i>Por que a corrente não enferrujou?</i>	-
67	G1A01	<i>Porque tem uma camada</i>	Argumento
71	G1A01	<i>Se tiver uma camada protetora, vai durar mais tempo</i>	Argumento
72	Profa.	<i>Esse processo chama galvanização. Os ferros e aços enferrujam com facilidade. Galvanização é o revestimento de uma camada de zinco</i>	Argumento
73	Profa.	<i>Na indústria, as carcaças dos carros são mergulhadas em tanques enormes para receber proteção e pintura</i>	Argumento

Fonte: autoria própria.

- Percepção de que a umidade (presença de água) causa ferrugem

Neste episódio uma aluna comunica que no cabo da sua sombrinha, aparecem pontos de ferrugem, trazendo “evidências” de que os objetos metálicos enferrujam.

A professora propõe que a aluna G4A19 observe e analise o armário de metal colocado no fundo da sala. A aluna diz que na parte debaixo do armário existem pontos expressivos de ferrugem. A professora também perguntou o que o fabricante fez para evitar a ferrugem e, ela observou que o armário foi pintado (protegido) a fim de evitar a ferrugem.

A mesma aluna comunica que o contato do armário com o piso, faz com que, quando a sala de aula é lavada, ele fica molhado, “argumentando” que a água favorece que a ferrugem.

Outra aluna G2A06 também “argumenta” que quando sua mãe lava o quintal, ou quando chove, o trilho do portão fica molhado e enferruja esses materiais que ficam em contato com água.

A professora pergunta a aluna se ela possui cachorros. Diante da resposta afirmativa, a professora propõe que ela reflita sobre o que os cachorros fazem que também provoca ferrugem. A aluna diz que faz xixi e, legitima o conhecimento “argumentando” que o xixi do cachorro é “mais forte”. Isso significa que, a ureia da urina do cachorro que provoca e intensifica a ferrugem.

- Observando que a água enferruja os metais (após uma semana)

A professora relembra os alunos que na semana anterior eles haviam trabalhado com alguns metais. Os alunos disseram que eram palha de aço, prego e corrente. Ela pegou os objetos que havia guardado e entregou nas respectivas bancadas para os alunos observassem e tirassem algumas conclusões sobre os experimentos e sobre o estado de conservação dos metais.

A professora propôs que os alunos observassem e diferenciasssem as duas palhas de aço. A palha de aço que ficou no ambiente, estava normal. Porém a que foi imersa na água apresentava um aspecto feio com uma coloração escura e ao pegar com as mãos ela se esfarelava (evidências). Os próprios alunos comunicaram que a palha de aço que foi mergulhada em água ficou “loira” e “marrom” (evidências).

Quando a professora perguntou o porquê os alunos legitimaram o conhecimento “argumentando” que aquela que enferrujou foi porque ficou uma semana mergulhada em água e concluíram que: a água favorece a ferrugem.

- Concluindo que o ácido potencializa e a tinta protege a ferrugem (após uma semana)

Neste episódio, os alunos observam o prego. A professora propõe que os alunos observem e reflitam sobre o que aconteceu. O aluno G3A16 comunica que o prego enferrujou (evidências) ao observar algumas evidências, que a professora corrobora dizendo que o prego pretejou e a própria água em que o prego ficou mergulhada está com uma aparência estranha com coloração amarelada.

- Percebendo a camada de proteção da tinta e aprendendo sobre a galvanização (após uma semana)

Ao observar a corrente que ficou durante uma semana mergulhada no líquido, os alunos comunicam que ela não sofreu ação nenhuma e está intacta. A professora questiona por que isso aconteceu (proposição). O aluno G1A01 legitima e “argumenta” dizendo que a corrente possui uma camada protetora que impediu a ação corrosiva. E conclui dizendo que se o metal tiver uma camada protetora, ele dificilmente enferruja e, conseqüentemente dura mais tempo.

A professora avalia este conhecimento e “argumenta” sobre o processo de galvanização, que é uma cobertura de zinco utilizada para proteger os objetos que ficam sob a ação do tempo, a exemplo da corrente. Assim, nas indústrias é comum muitas peças metálicas serem mergulhadas em tanques enormes para receber esse tipo de proteção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há um pressupostos básicos, apontado por Mortimer (2000, p. 36), que consideramos na aplicação da sequências de ensino investigativas que apresentamos aqui: a aprendizagem se dá pelo envolvimento ativo do estudante, por isso, o protagonismo do aluno em trazer evidências do seu cotidiano, a liberdade para sugerir e emitir hipóteses, produzir cartazes

com a finalidade de comunicar o conhecimento, liberdade para o planejamento do experimento (investigação), efetuar observações com evidências concretas sobre o que de fato ocorreu na atividade experimental, que permitem a inferência na formação de alguns pseudoconceitos.

Como Mortimer (2000, p. 216) aponta, os alunos apresentam dificuldades de generalizar um fenômeno. A professora procurou sintetizar as diferentes representações que os alunos tinham feito para evidenciar que a umidade responsável por enferrujar os metais, e, que a tinta é uma das formas de proteger o material contra a ferrugem. Vários questionamentos e “dicas” foram dadas pela professora para que os alunos pudessem discutir entre si e chegar a essas conclusões, mas os alunos demoraram a perceber o que enferruja e o que protege os metais. O fornecimento de pistas define-se indutiva do professor sobre a linha de raciocínio dos alunos (Monteiro e Teixeira, 2015, p. 33). Foi a observação do armário enferrujado na parte de baixo e a pintura pela ação do prego é que fizeram com que eles se apropriarem da ideia.

Em alguns momentos os alunos fizeram algumas tentativas de trazer explicações científicas, porém eles não tinham vocabulário apropriado. A acidez presente no vinagre e no “xixi” do cachorro potencializa o processo de ferrugem. Assim não dispondo do conceito de acidez, os alunos utilizaram o termo “mais forte” . Termo que também foi utilizado para explicar a proteção que a tinta fornece aos metais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Josiane de. Práticas Epistêmicas e Capacidades argumentativa sobre as transformações irreversíveis em Sequências de Ensino Investigativas para o Ensino Fundamental - UNESP/FCT, Presidente Prudente/SP. 2025. 182f. Tese (Doutorado) – UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus de Presidente Prudente, 2025.
- BOGAR, Y. Synthesis Study on Argumentation in Science Education. *International Education Studies*, v. 12, n. 9, 2019.
- JUSTI, R. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da Ciência e do Ensino de Ciências. *Ensaio*, v. 17, especial, p. 31-48, 2015.
- KELLY, G. J., & LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. In: M. MATTHEWS (ed.). *History, Philosophy and Science Teaching*, p. 139-165, Springer. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1>. 2018.
- MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. 373p.
- SASSERON, L.H. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, vol. 22, e 20073, p. 1-29, 2020.
- TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. M. Uma proposta de tipologia para pesquisa de natureza interventiva. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.