2º SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
de 20 a 22 de agosto de 2025
E-book
DOI: https://doi.org/10.48195/siecm2025.29493
ISBN: 978-65-5852-467-0
Unindo Fronteiras: Ciência, Tecnologia e Inovação no Ensino de Ciências e Matemática

MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: ENERGIA ELÉTRICA E OS IMPACTOS DAS BANDEIRAS TARIFÁRIAS NO CONSUMO

Natali Medeiros Dias dos Santos[1]
Adeli Cristiano Weizemann Klöckner[2]
Sandra Maria Wirzbicki[3]

Temática: Ensino de Ciências e Matemática - Ensino Fundamental anos finais

Resumo

Este relato apresenta reflexões sobre uma atividade desenvolvida no componente curricular de Modelagem nas Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal da Fronteira Sul/Campus de Cerro Largo/RS, tendo como temática o consumo consciente de energia elétrica e compreensão do sistema de bandeiras tarifárias. Participaram 19 estudantes do 9º ano e 43 do 8º ano do Ensino Fundamental. A proposta, fundamentada na Modelagem nas Ciências e Matemática, possibilitou aos estudantes ampliar seus conhecimentos sobre Estatística e Função Polinomial do 1º grau, relacionando-os ao seu cotidiano. As principais etapas envolveram a análise de contas de luz das residências dos alunos, o uso de simuladores para calcular gastos, a organização e interpretação de dados em tabelas e gráficos, favorecendo a leitura crítica das informações. Além disso, proporcionou aos professores reflexões sobre suas práticas pedagógicas, incentivando a utilização de estratégias de ensino investigativas voltadas para temas atuais e contextualizados.

Palavras-Chave: Sustentabilidade no ambiente escolar. Uso consciente de luz. Orçamento familiar.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de recursos para produção de energia exige um comportamento consciente do ser humano, tendo em vista, as especificidades de cada setor de produção. Cada fonte tem vantagens e desvantagens e a escolha correta depende das necessidades locais, da disponibilidade de recursos e dos compromissos com a sustentabilidade e segurança.

A Agência Nacional Energia Elétrica (ANEEL), órgão competente e responsável, reforça a importância da conscientização e do uso responsável da energia elétrica. Economizar energia elétrica em suas residências é um passo importante e fundamental para preservar os recursos naturais e consequentemente

[1] Mestranda em Ensino de Ciências da (Universidade Federal Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo/RS) natalimdias@gmail.com

[2]Mestrando em Ensino de Ciências da (Universidade Federal Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo/RS) a.cristianowklockner@gmail.com

[3] Doutora em Educação nas Ciências – Professora Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS/Campus Realeza/PR e Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFFS/Campus Cerro Largo/RS sandra.wirzbicki@uffs.edu.br

garantir a sustentabilidade do setor elétrico, bem como desenvolver hábitos de consumo conscientes.

O sistema de bandeiras tarifárias foi criado pela ANEEL em 2015, para indicar aos consumidores, a geração de energia no Brasil e seus devidos custos. Além disso, reflete diversos fatores, como a disponibilidade dos recursos hídricos, além de fontes renováveis de energia com menor custo e outras com valores mais elevados, como as termelétricas.

A utilização de modelos faz parte do cotidiano das pessoas, que os empregam para explicar ou descrever situações do mundo que as cercam. Para explicarmos algum conceito, promover um melhor entendimento sobre determinado assunto, principalmente se este for de difícil compreensão, estamos diante de uma situação que nos exige uma representação, um modelo.

Para Biembengut (2014, p. 201), o modelo “[...] é um conjunto de símbolos os quais interagem entre si representando alguma coisa. Esse conjunto de representação pode se dar por meio de desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas”.

A adaptação do processo de Modelagem para o ensino — conhecida como "Modelagem na Educação" ou "Modelação" — representa a transição desse conhecimento teórico e prático para uma realidade pedagógica, Biembengut (2016). Isso implica não apenas ensinar os alunos a resolver problemas matemáticos, mas também a desenvolver habilidades críticas e analíticas ao aplicar esses conceitos a situações reais.

Destacamos que Justi (2006) assinala que o uso de Modelagem no ensino de Ciências favorece o envolvimento dos alunos em fazer ciência, pensar em ciência, além de desenvolver o raciocínio e o pensamento científico e crítico.

Conforme Biembengut (2016), o trabalho com Modelagem compreende três etapas: 1) percepção e apreensão: é iniciada com a escolha e familiarização do tema, motivação inicial, o querer aprender, buscando estudos e dados diversos; 2) compreensão e explicitação: oportuniza ao aluno entender e compreender o tema, possibilitando a reconstrução de conhecimentos; e 3) significação e expressão: ocupa-se em interpretar e avaliar os resultados para, em seguida, realizar a validação do modelo. A proposta pedagógica apresentada neste relato foi elaborada

considerando as três etapas de Modelagem de Biembengut (2016). O detalhamento da atividade segue descrito.

CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA DE MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

A proposta de Modelagem foi planejada e desenvolvida com os alunos do Ensino Fundamental com base nas etapas de Modelagem de Biembengut (2016), totalizando 12 horas/aula. A síntese do desenvolvimento das aulas está apresentada no Quadro 01.

Quadro 01: Conjunto de aulas desenvolvidas referente ao impacto das bandeiras tarifárias no consumo de energia elétrica.

Atividades Propostas	Hora/aula (50 min)	Etapa da Modelagem
Interação com o tema: Análise das contas de energia elétrica com destaques para elementos desconhecidos dos alunos. Exibição de um vídeo.[4]	2 horas/aula	Etapa 1 - Percepção e Apreensão
Simulador de consumo de energia e gráficos.[5]	2 horas/aula	Etapa 2- Compreensão e Explicitação
Consumo médio residencial e produção de cartazes.	4 horas/aula	Etapa 2 -Compreensão e Explicitação
Elaboração da tabela (Modelo) de consumo médio residencial e análise do impacto nos valores de acordo com as bandeiras tarifárias.	2 horas/aula	Etapa 3- Significação e Expressão
Formulação do gráfico (Modelo) que representa o impacto das bandeiras tarifárias no consumo da energia elétrica.	2 horas/aula	Etapa 3- Significação e Expressão

Fonte: Arquivo dos autores (2025).

A prática pedagógica foi desenvolvida pelos dois primeiros autores deste texto, em duas escolas da rede pública de ensino, com 19 alunos do 9º ano e 43 alunos do 8º ano. Neste texto, utilizamos letras do alfabeto para nominar os alunos que interagiram com falas, a fim de preservar suas identidades. A análise da atividade contou com a orientação da terceira autora.

[4] https://www.youtube.com/watch?v=w1rS7_tGSvM&t=54s
[5] https://museulight.com.br/aprenda-brincando/jogos/simulador-consumo-energia

Para a constituição dos dados empíricos, os professores realizaram os registros em diários, pois de acordo com Güllich (2013), a reflexão a partir dos diários de formação permite uma possibilidade de analisar as próprias práticas.

ETAPA 1- PERCEPÇÃO E APREENSÃO

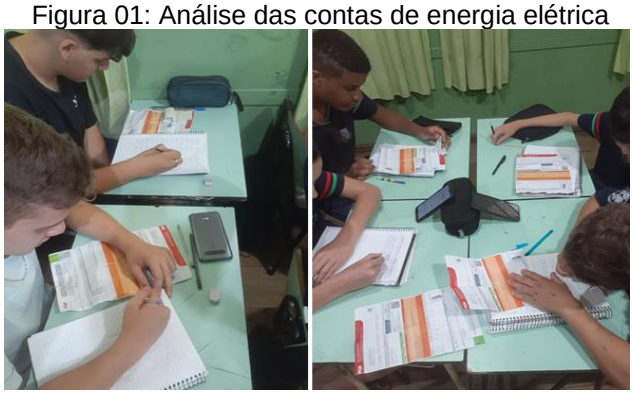
Aula 1- Durante essa etapa inicial, foram realizados alguns questionamentos às turmas a fim de reconhecer as compreensões deles sobre as bandeiras tarifárias e promover a interação com o tema: *Você tem conhecimento sobre as bandeiras tarifárias e seus impactos na conta de luz? Vocês conhecem as siglas descritas na sua conta de energia?*[6]

Com o objetivo de aprofundar a discussão, foi proposta uma tarefa prévia: os alunos deveriam trazer para a escola uma conta de energia elétrica de suas residências. Em sala, organizados em grupos de até quatro integrantes, analisaram os documentos e registraram em seus cadernos as siglas que desconheciam, com a finalidade de, posteriormente, investigarem seus significados.

No 9º ano, surgiu uma dúvida sobre a unidade quilowatt-hora (kWh), quando o aluno N perguntou: "*kWh é km?"*, e o aluno M respondeu: "*É alguma coisa por hora*". A questão evidenciou a necessidade de investigação. Após a pesquisa em sala, os alunos compreenderam que o kWh é a unidade que mede a energia consumida ou gerada ao longo do tempo. Também identificaram que siglas como Cofins, PIS e ICMS correspondem a impostos cobrados com base nesse consumo.

A Figura 01 apresenta o momento de interação com as contas de energia elétrica das residências dos alunos.

Figura 01: Análise das contas de energia elétrica



Fonte: Arquivo dos autores (2025).

[6] Neste texto, as perguntas formuladas pelos professores estão indicadas em itálico, sem aspas; já as respostas dos alunos aparecem em itálico, entre aspas.

Os alunos demonstraram dúvidas sobre onde localizar as bandeiras tarifárias na fatura de energia. O aluno W perguntou: “*Aquela vermelha? É a bandeira das contas?”* Outros também expressaram incertezas e iniciaram uma investigação. Descobriram, então, que a bandeira mensal está indicada no canto inferior da fatura e que sua definição é divulgada pela ANEEL, geralmente ao final do mês anterior.

Outro questionamento realizado aos alunos foi sobre a mudança das bandeiras tarifárias: *Vocês possuem conhecimento sobre o que ocasiona a troca de bandeiras tarifárias ao longo do ano?* Nesse sentido, a aluna “A” respondeu: “[...] *o nosso consumo. Se a gente gasta mais, a bandeira muda”*.

Na sequência assistimos ao vídeo ANEEL, que informa sobre como as bandeiras tarifárias nos ajudam a entender quando é hora de economizar mais para pagar menos e por que são cobradas mensalmente dos consumidores de energia elétrica conectados ao Sistema Interligado Nacional.

A Figura 02 apresenta o momento da turma do 8° ano assistindo ao vídeo.

Figura 02: alunos assistindo ao vídeo da ANEEL



Fonte: Arquivo dos autores (2025).

Os alunos compreenderam que saber sobre as bandeiras tarifárias de energia elétrica é fundamental para que os consumidores possam entender e gerenciar os custos com energia. Essas bandeiras indicam se o custo da energia será mais alto ou mais baixo em determinado período, conforme as condições de geração de eletricidade no país. Ademais, compreenderam que no Brasil há diversas maneiras de gerar energia, solar, eólica, hidrelétricas entre outras. Dentre elas, as hidrelétricas sendo a mais favorável economicamente, desde que tenhamos períodos regulares de chuvas.

O aluno do 8° ano, B, destaca: “*Entendi que além de proteger o meio ambiente, economizar energia ajuda minha família a economizar”*. A fala evidencia uma relação importante entre a educação ambiental e a economia familiar.

ETAPA 2- COMPREENSÃO E EXPLICITAÇÃO

A etapa da compreensão e explicitação consistiu em desenvolver nos alunos a sensibilização sobre a importância de economizar energia, com o auxílio de simuladores. Nesta etapa, também foram explorados os objetos do conhecimento que envolve a Estatística e Função Polinomial de 1° Grau.

Aula 2- Esta aula iniciou com o seguinte questionamento: *Quais são os principais fatores que influenciam o consumo de energia elétrica na sua residência?* Assim, os alunos foram orientados a construírem uma tabela para organizar dados do consumo em kWh dos aparelhos em suas residências. Os registros dos alunos foram realizados utilizando o Museu light (jogo educativo sobre os hábitos de consumo de energia), e o simulador de consumo de energia. Os alunos do 9° ano utilizaram aparelhos celulares, enquanto os alunos do 8° ano utilizaram Chromebook disponíveis na escola. Cabe ressaltar que todos realizaram a atividade de modo individual por se tratar do consumo de cada família.

Os alunos do 9° ano transcreveram para seus cadernos os gráficos referentes aos consumos de suas residências e assim puderam identificar quais aparelhos consomem mais energia. A Figura 03 apresenta a utilização do e a identificação dos aparelhos elétricos que consomem mais energia.

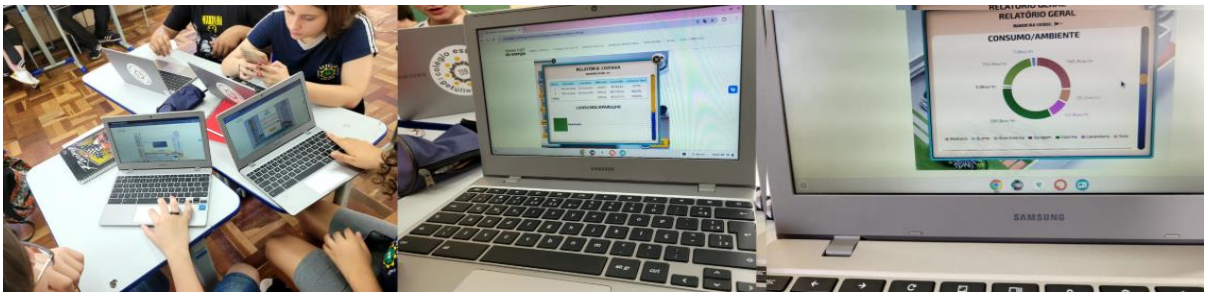
Figura 03: Análise do Simulador de Energia Elétrica



Fonte: Arquivo dos autores (2025).

A Figura 04 apresenta o momento de utilização do simulador[7] pelos alunos do 8° ano, o que possibilitou a identificação dos aparelhos elétricos que necessitam uma demanda maior de energia elétrica.

[7] https://museulight.com.br/aprenda-brincando/jogos/detetives-da-energia



Fonte: Arquivo dos autores (2025).

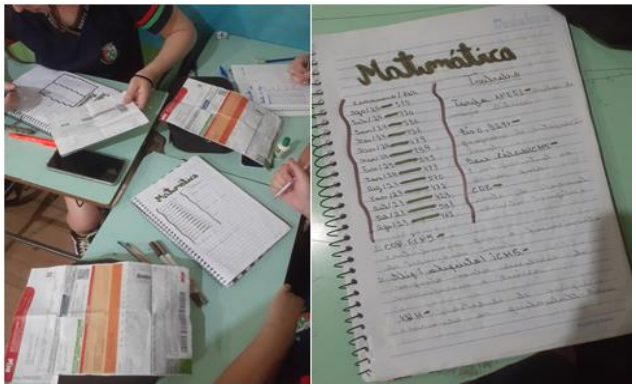
Posterior à elaboração da planilha, o simulador apresentou gráficos evidenciando os custos do consumo de cada aparelho e também o valor em impostos e taxas. A atividade permitiu aos alunos analisar as legendas e gráficos e identificar os aparelhos e cômodos de suas casas com maior consumo de energia elétrica, desenvolvendo nos alunos a capacidade de análise e criticidade.

Aula 3 - Esta aula iniciou com o seguinte questionamento feito pelos professores: *qual é o consumo médio de energia elétrica em sua residência?*

De acordo com a pesquisa feita sobre o sistema de bandeiras tarifárias, gerenciado pela ANEEL em vigor em todo o País, apresenta as seguintes modalidades: verde, amarela, vermelha patamar 1 e vermelha patamar 2 – as mesmas cores dos semáforos. Estas indicam se haverá ou não acréscimo no valor da energia a ser repassada ao consumidor, em função das condições de geração de eletricidade. Cada modalidade apresenta uma característica específica.

Para responder ao questionamento sobre o consumo médio de energia elétrica em cada residência, os alunos transcreveram o consumo mensal de suas contas de energia para o caderno e realizaram a média aritmética de consumo mensal. A Figura 05 denota o exposto.

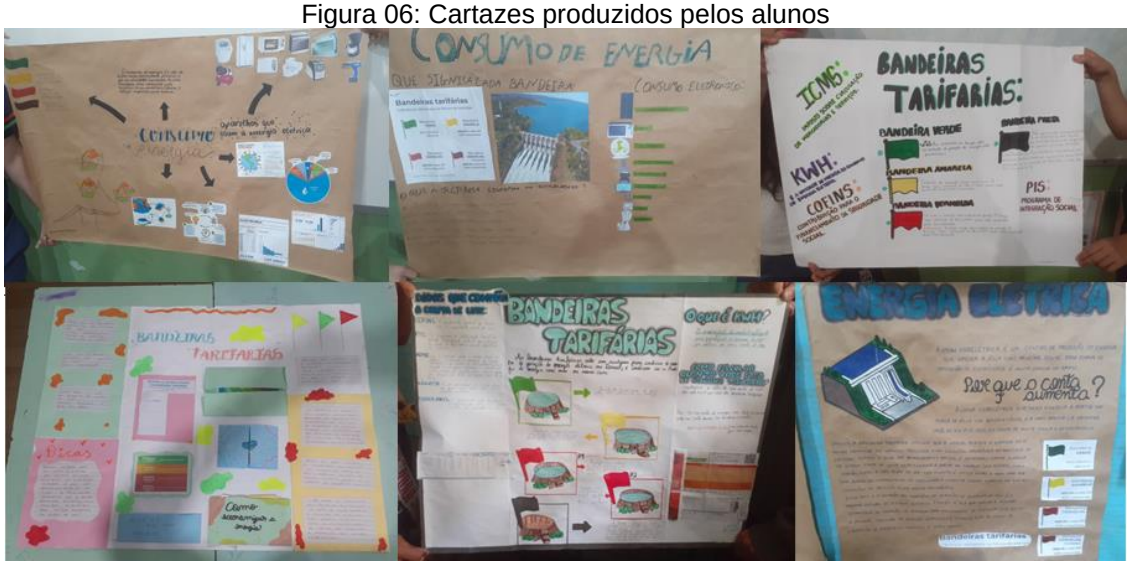
Figura 05: Cálculo da Média Aritmética das residências dos alunos



Fonte: Arquivo dos autores (2025).

Para concluir esta etapa, foi realizada a socialização sobre a temática, através da produção de cartazes que evidenciaram os principais assuntos tratados. A atividade desempenhou um papel importante por contribuir para o desenvolvimento dos alunos na organização e expressão de suas ideias, de forma clara e objetiva. Ao pesquisar e elaborar os cartazes, os alunos aprofundaram seus conhecimentos sobre os impactos do consumo de energia elétrica, incluindo questões ambientais, como o uso de recursos naturais. Essa atividade buscou sensibilizá-los sobre a necessidade de práticas sustentáveis. A Figura 06 apresenta a sistematização da atividade realizada pelos alunos durante a aula.

Figura 06: Cartazes produzidos pelos alunos



Fonte: Arquivo dos autores (2025).

ETAPA 3 – SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO

Aula 4 - Nesta aula, os alunos foram orientados a construírem uma tabela contendo a média do consumo energético calculado para as residências de cada aluno e o custo considerando a base tarifária. Após, foram evidenciadas as variações nos custos, conforme as alterações aplicadas por cada bandeira tarifária[8], previamente investigadas:

[8]Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo. Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R$ 1,885 para cada 100 kWh (quilowatts-hora) consumidos.
Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R$ 4,463 para cada 100 kWh (quilowatts-hora) consumidos. Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R$ 7,877 para cada 100 kWh (quilowatts-hora) consumidos.

Elaboramos então uma tabela de dados, com valores representativos de um exemplo de consumo, visando analisar o impacto das bandeiras tarifárias no custo final da fatura de energia elétrica sem considerar descontos sociais ou impostos diferenciados. A Figura 07 apresenta as tabelas de dados com exemplos de consumo.

Figura 07: Tabela de dados

Dados de Consumo e Acréscimos (em R$):Vamos criar uma tabela de dados com os valores do seu gasto médio mensal e o valor correspondente das bandeiras tarifárias:

Consumo Médio Mensal (kwh)	Bandeira Verde (R$)	Bandeira Amarela (R$)	Bandeira Vermelha P1 (R$)	Bandeira Vermelha P2 (R$)
523,46	376,89	386,75	400,23	418,02

Vamos criar uma tabela de dados com os seguintes valores para um exemplo de consumo:

CONSUMO (KWh)	TARIFA BASE (R$) 0,72	BANDEIRA AMARELA (R$)	BANDEIRA VERMELHA P1 (R$)	BANDEIRA VERMELHA P2 (R$)
100	72	73,885	76,46	79,877
200	144	147,77	152,96	159,754
300	216	221,655	229,38	239,631
400	288	295,54	305,84	319,508
500	360	369,425	382,3	399,385
600	432	443,31	458,76	479,262

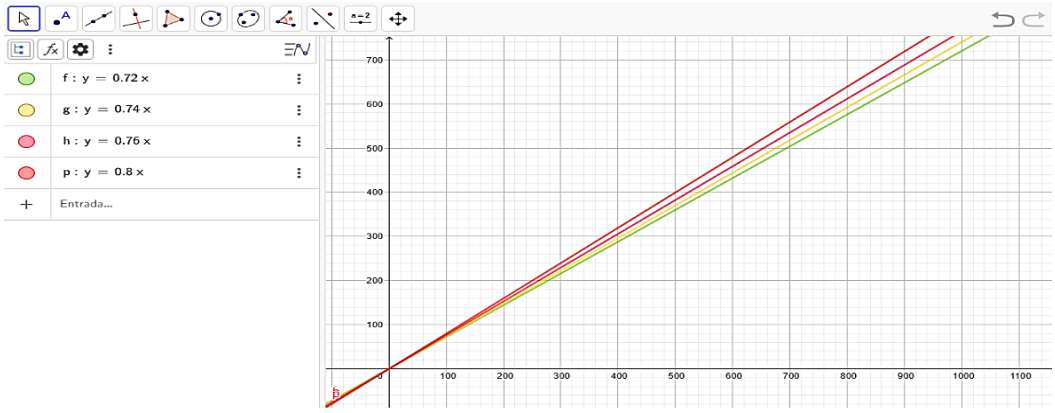
Fonte: Arquivo dos autores (2025).

Com a realização dos cálculos e a análise comparativa das faturas, os alunos puderam compreender como o valor da conta de energia elétrica é formado, relacionando o consumo mensal em kWh à tarifa base[9] e aos acréscimos das diferentes bandeiras tarifárias. Esse processo possibilitou perceber o impacto direto que gera diferenças significativas no valor a pagar. Por fim, as discussões despertaram reflexões sobre hábitos de consumo e suas implicações econômicas.

Aula 5 - Ao término das atividades, os alunos socializaram as compreensões com a análise de um gráfico (Modelo) utilizando o software GeoGebra e os dados da tabela construída na aula 4. A Figura 08 apresenta o gráfico das funções polinomiais de 1º Grau.

https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/aneel-aprova-reducao-nos-valores-de-referencia-das-bandeira-tarifarias.

[9]A média do valor por kWh no Rio Grande do Sul está entre R$0,60 e R$0,75, mas o valor exato depende da distribuidora e do seu consumo. Portanto, decidimos como tarifa base o valor de R$ 0,72 de acordo com a consulta no site disponível em https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/basestarifas#.



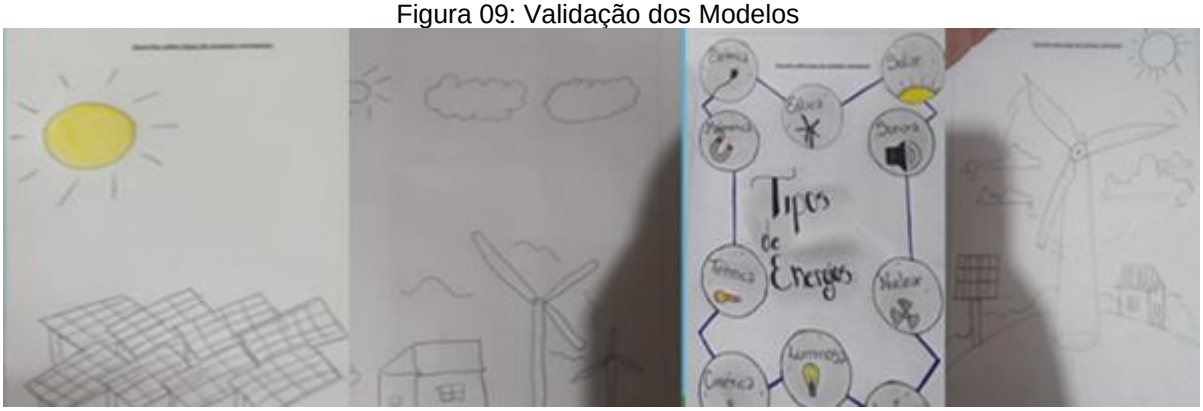
Fonte: Arquivo dos autores (2025).

Durante a socialização dos resultados, analisamos o gráfico construído no GeoGebra a partir dos dados da tabela elaborada na aula anterior. O recurso gráfico possibilitou visualizar como o acréscimo das tarifas das bandeiras impacta progressivamente o valor final da fatura em função do aumento do consumo. Na análise, observamos que o software apresentou um domínio negativo para a função, o que gerou um debate com a turma sobre a interpretação do gráfico. Discutimos que, no contexto do problema, não faz sentido considerar valores negativos de consumo ou de custo. Esse momento foi importante para reforçar a noção de domínio e a leitura crítica de gráficos.

A validação dos resultados sobre a temática da energia elétrica e os impactos das bandeiras tarifárias no consumo permite evidenciar o que os alunos realmente aprenderam, por meio de representações simbólicas ou modelos mentais construídos a partir de sua vivência cotidiana. Ademais, as análises efetuadas com uso das faturas de energia elétrica e o uso de simuladores, associados aos conceitos e conteúdos relacionados através das representações de símbolos e/ou modelos construídos pelos alunos, contribui para a formação pedagógica. Esse processo favorece a articulação do meio do qual estão inseridos na sociedade, e essas representações evidenciam as conexões com o cotidiano, consequentemente com a produção conhecimento científico produzido em sala de aula.

Nesse sentido, em diálogo com Francioli e Steinheuser (2020), destacamos a intencionalidade do professor ao propor atividades gráficas, que podem estimular a imaginação e a criatividade dos estudantes, favorecendo processos cognitivos produtores de significados. A Figura 09 demonstra a validação dos modelos produzidos pelos alunos.

Figura 09: Validação dos Modelos



Fonte: Arquivo dos autores (2025).

Ressaltamos que a atividade desenvolvida representou uma importante experiência tanto para os alunos quanto para os professores envolvidos. Para os alunos, o processo de Modelagem a partir da temática do consumo de energia elétrica e das bandeiras tarifárias proporcionou uma aprendizagem contextualizada, crítica e conectada à sua realidade cotidiana. Inclusive, mediante o uso das faturas de energia e/ou simuladores tiveram a oportunidade de compreender, interagir e representar a importância do consumo consciente e as principais fontes de energias disponíveis no sistema.

Para os professores autores deste relato, a prática possibilitou um espaço de reflexão sobre suas ações pedagógicas, visto que, os conceitos ou princípios explicativos extraídos da prática realizada oportunizaram uma aprendizagem contextualizada e rica conceitualmente. Através dos registros em desenhos e diários de bordo percebemos o grau de internalização dos conteúdos relacionados, contribuindo para o processo de ensino e de aprendizagem mediante o consumo consciente da energia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades com base na Modelagem permitiram explorar dificuldades observadas no contexto escolar. Quanto às dificuldades dos alunos, observamos a dificuldade na formulação de perguntas investigativas e em estabelecer relações entre teoria e prática. Além disso, demonstraram dificuldades na análise de dados e gráficos. Em relação aos professores, os maiores desafios são a falta de tempo para aprofundar os conceitos, a escassez de recursos didáticos e tecnológicos e a necessidade de formação específica em metodologias investigativas.

Ao final das atividades, a análise reflexiva da prática permitiu identificar contribuições das expressões através de desenhos e de forma oral dos alunos ao discutirem e mediarem o tema trabalhado. O desafio destacou-se na inexperiência no uso da Modelagem como estratégia pedagógica — aspecto que, no entanto, evidenciou-se como uma oportunidade formativa, uma vez que o domínio dessa abordagem só se constrói por meio da prática e da reflexão constante.

Nesse sentido, reafirmamos a importância de investigar e refletir continuamente sobre as ações dos professores, reconhecendo que o aperfeiçoamento do ensino se dá no movimento de ressignificar a prática. Assim, experiências como esta contribuem para transformar a sala de aula em um espaço de construção coletiva do conhecimento, no qual os alunos assumem um papel de protagonismo no processo de aprendizagem de Ciências e de Matemática.

REFERÊNCIAS

BIEMBENGUT, M. S. Modelagem Matemática & Resolução de Problemas, Projetos e Etnomatemática: Pontos Confluentes**. ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência Tecnologia**, v.7, n.2, p.197-219, novembro 2014 ISSN 1982-5153

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na educação matemática e na ciência**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

FRANCIOLI, F. A. S; SETEINHEUSER, D. B, **O desenho como atividade da imaginação e criação na infância.** Rev. Fac. Educ (Univ. do Estado de Mato Grosso), Vol. 33, ano 18, n°1, p.29-52,jn/jun,2020)

GÜLLICH, R. I. da C. Investigação –Formação – Ação em Ciências: um caminho para reconstruir a Relação entre o Livro Didático, o Professor e o Ensino. I ed. Curitiba: **Prismas**, 2013

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las ciencias:** revista de investigación y experiencias didácticas, p. 173-184, 2006.