



TRAJETÓRIA HIPOTÉTICA DE APRENDIZAGEM: RELATO DE UMA PROPOSTA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Paulo Eduardo Bueno¹
Universidade Estadual de Londrina-UEL
paulo.ed.bueno@uel.br

Resumo: Neste trabalho pretende-se apresentar um relato da experiência realizada na disciplina Tópicos Especiais Em Educação: Trajetórias De Ensino e Aprendizagem em Matemática. Nessa disciplina são propostas aos alunos a elaboração de trajetórias hipotéticas de aprendizagem com foco em temas presentes nos conteúdos programáticos do Ensino Médio ou do Ensino Superior. A trajetória elaborada para esse trabalho possui o tema “Consumo de energia elétrica residencial” sendo pensada para aplicação no primeiro ano do Ensino Médio, no entanto, o fácil engajamento do tema de importância social permite que a trajetória seja adaptada e aplicada em forma de projeto em diferentes níveis letivos. São apresentadas algumas interações hipotéticas com o conteúdo e reflexões referentes as contribuições à formação profissional dos participantes da disciplina e aos alunos para os quais a trajetória se destina. **Palavras-chave:** Educação Matemática. Ensino por Investigação. Ensino de Física.

Introdução

Este trabalho tem por objetivo apresentar o relato da elaboração de uma Trajetória Hipotética de Aprendizagem (THA) realizada na disciplina – TÓPICOS ESPECIAIS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: TRAJETÓRIAS DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA – da Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (PECEMUEL).

A disciplina de trajetórias de ensino e aprendizagem em matemática tem por objetivos permitir que seus participantes reflitam e discutam metodologias relevantes da educação matemática e suas possíveis implicações pedagógicas; analisar níveis de demanda cognitiva de tarefas que envolvem conteúdos de matemática da educação básica presentes em livros escolares; elaborar e propor de tarefas de Matemática que oportunizem a matematização em uma THA; e, por fim, compreender diferentes aspectos de tarefas de sala de aula e suas demandas cognitivas associados à epistemologia da Matemática e da Educação Matemática.

Uma THA pode ser brevemente definida como um planejamento que um professor faz
Relato de Experiência

com base em suas experiências anteriores, tanto enquanto professor, como enquanto estudante. Esse planejamento permite a consideração, por exemplo, das possíveis dúvidas que os estudantes podem apresentar em uma aula de determinado conteúdo.

Da elaboração da trajetória

Inspirado pela perspectiva de Simon (1995), que ao defender a utilização de trajetórias hipotéticas de aprendizagem as dividiu essencialmente três elementos primordiais (Objetivos, descrição das tarefas e hipóteses). Ainda que, inicialmente, o mecanismo das trajetórias hipotéticas tenha sido desenvolvido para o ensino de matemática, sua flexibilidade para usos didáticos nos permite considerar sua utilização para o ensino de ciências de uma forma geral. Portanto, decidiu-se por elaborar uma THA que abordasse conteúdos de física através da construção de uma tarefa contextualizada com problemáticas cotidianas.

Segundo o referencial de Simon (1995) a produção de uma THA começa por uma clara definição dos objetivos. Para essa finalidade delimitou-se uma perspectiva e um tema, para que, a partir desses dois atributos, pudessem ser traçados os objetivos.

Para a escolha da perspectiva optou-se por utilizar o ensino por investigação, principalmente pela facilidade que essa perspectiva possuiu em trazer contextos relevantes para as tarefas. O referencial escolhido para guiar a metodologia do ensino por investigação foi o de Rodger W Bybee (2006), no qual, o autor divide realização de uma atividade investigativa em cinco etapas, (Envolvimento, Exploração, Explicação, Elaboração e Avaliação) que em sua publicação no idioma original ficou conhecido com os cinco E's.

Para escolha do tema, considerou-se a importância de selecionar um tema de relevância social e coerente com a realidade na qual o aluno esteja inserido. Para tal escolheu-se trabalhar com o tema “Consumo residencial de energia elétrica”, acordo que a eletricidade facilita as atividades cotidianas e, portanto, é fácil ver sua importância. Em adição, devido à finitude dos recursos naturais, compreende-se a necessidade de um uso inteligente, justificando nossa intervenção investigativa.

A partir da escolha da perspectiva metodológica e do tema, definiram-se os seguintes objetivos para a trajetória: Analisar o consumo de energia elétrica dos principais equipamentos eletroeletrônicos utilizados nas residências dos estudantes utilizando o simulador de medição da COPEL disponibilizado no site da empresa; entender a sistemática de tarifação de consumo de energia elétrica no Brasil e sua variação conforme com o comportamento climático; compreender as possibilidades de uso racional e redução do consumo de energia elétrica residencial; valorizar atitudes de consumo consciente de energia elétrica.

Do ensino por investigação

Seguindo a proposta do ensino por investigação segundo os moldes de Bybee (2006) a trajetória proposta divide-se em cinco momentos de interação que foram planejados da seguinte forma:

O momento de envolvimento, dedicado à interação professor-aluno para introduzir o tema e contextualizar sua importância social. É importante destacar que essas atividades devam ser realizadas em grupos, e que certo tempo seja dedicado a discussão do tema em meio aos membros de cada grupo e entre os grupos formados em sala.

O momento de exploração, é caracterizado pela autonomia dos grupos de alunos, pois poderão decidir em conjunto qual a melhor maneira para investigar a questão proposta por meio dos materiais disponíveis. Após serem iniciados ao tema durante o envolvimento, os alunos poderão explorar o material fornecido a fim de construir uma relação contextualizada entre a explicação teórica e a aplicação cotidiana, em adição, ficarão a par das discussões mais recentes que envolvam o tema proposto.

No momento de explicação, o professor intervém no processo de investigação, com objetivo de agir como um guia para a atividade, esclarecendo possíveis equívocos conceituais. É indicado que os alunos tenham espaço para problematizar o tema proposto a partir das leituras e consigam propor questões de investigação. No entanto, caso os alunos não estejam familiarizados a abordagens didáticas que promovam o protagonismo do estudante, pode ser difícil para eles chegarem sozinhos a questões investigativas. Portanto, o professor pode encaminhar as questões de investigação, por meio de perguntas, visando instigar os alunos a refletirem sobre o tema e propor intervenções.

O momento de elaboração, dedicado a definir que materiais serão produzidos pelos grupos, essas produções poderão ser utilizadas como forma conjunta de avaliação, no entanto, principal objetivo dessa etapa da atividade é que os alunos consigam expor suas propostas de intervenção ao problema observado. É essencial, em especial para o ensino de ciências, que as elaborações dos grupos sejam apresentadas ao restante da sala, dessa forma podemos pensar em uma dinâmica de apresentações e discussões em grande grupo que possibilitem uma experiência potencialmente significativa de aprendizagem.

Por fim, o momento de avaliação, considerando que a proposta de ensino por investigação contrasta o molde de ensino tradicional, não seria apropriado utilizar uma forma de avaliação tradicional de papel e lápis em mãos e alunos enfileirados. Dessa forma, inspirado por Buriasco (2004), é proposta a utilização de avaliação por meio de relatórios, pois seriam uma oportunidade de os alunos refletirem sobre todo processo das tarefas enquanto relatam suas participações. Em adição, associar um processo avaliação contínua da participação e evolução dos alunos durante todo o decorrer da atividade investigativa.

Das tarefas propostas

Para a realização da trajetória foi escolhido o tema “consumo residencial de energia elétrica”, portanto seria necessário compreender os termos energia, potência e consumo. No entanto, a abordagem dos conteúdos referentes a eletricidade é geralmente feita no terceiro ano do Ensino Médio a partir da continuação das deduções da lei de Ohm. Porém, como a intenção desse trabalho é abordar o assunto com alunos do primeiro ano, não seria possível engajar esse tema a partir dos caminhos convencionais.

Dessa forma, foi escolhida uma abordagem intuitiva e conceitual da potência elétrica e como consequência o cálculo necessário pode ser resumido a simples equações de primeiro grau. A grande vantagem dessa abordagem seria justamente a possibilidade de construir um conhecimento integrador junto as definições de energia mecânica usualmente trabalhadas no primeiro ano.

A exploração foi planejada a partir de materiais disponíveis pela companhia local de distribuição de energia elétrica (COPEL), portanto, há a possibilidade de que os alunos explorem livremente a plataforma interativa online. Caso o acesso a recursos online não seja possível, ou seja, demasiado complicado, pode-se optar pela utilização dos materiais impressos (como os exemplificados na Figura 1).

Os informativos selecionados, se resumem, mas não se limitam a textos informativos referentes o percurso da energia elétrica (de sua geração até o uso residencial); tabelas e gráficos que mostram médias de consumo, valores de taxa base e variáveis segundo horário do dia e disponibilidade de recursos hídricos; materiais de conscientização ambiental, que trazem exemplos de iniciativas focadas, principalmente, no uso consciente dos recursos naturais e a redução dos impactos causados pela sociedade.

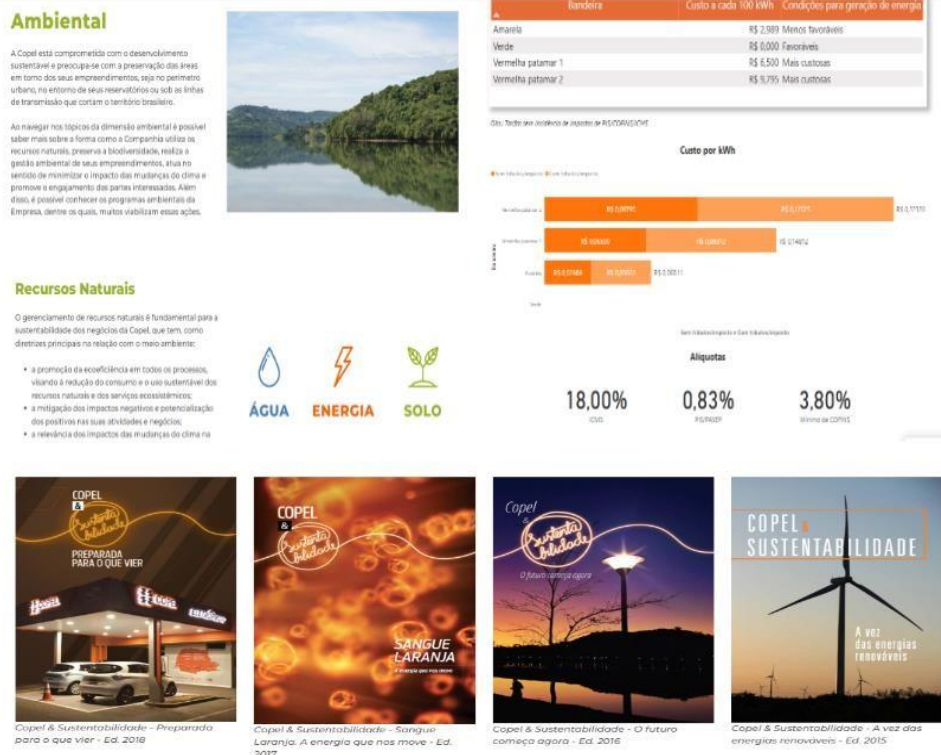


Figura 1- Exemplo de materiais selecionados para exploração

Fonte: COPEL

Na fase de explicação, o professor tem a oportunidade de ajudar os alunos a repensarem equívocos cometidos durante a exploração e se pôr à disposição para responder dúvidas dos grupos. Caso perceba que os alunos estão tendo dificuldades em elaborar suas hipóteses em grupos, o professor pode instigar os alunos com perguntas como: qual a relação entre o consumo e o valor pago? Como podemos determinar o consumo mensal de uma residência? Como poderíamos diminuir o consumo mensal?

A partir dos dados coletados na exploração os alunos devem elaborar suas hipóteses do consumo mensal de energia de uma residência, podendo calcular o consumo lembrando dos eletrodomésticos de suas casas ou imaginando uma casa hipotética e buscando a potência média dos eletrodomésticos na literatura disponível.

Na fase de elaboração ocorre o confronto das hipóteses, segundo a perspectiva de BYBEE (2006), constitui um momento fundamental para o ensino por investigação, visto que é através do confronto das hipóteses formuladas em grupo que os alunos poderão adaptar suas hipóteses e construir conhecimento.

Para essa finalidade foi escolhido utilizar o simulador de consumo disponibilizado pela própria companhia paranaense de energia (COPEL). Através dessa interface digital os

alunos devem construir a simulação de uma casa, cômodo a cômodo, ao fornecerem os dados de tempo aproximado do uso referente a cada eletrodoméstico, obtendo um cálculo aproximado do consumo e custo mensal (Figura 2).

Novamente, é possível ponderar adaptar essa atividade para fora do meio digital, através da disponibilização de uma tabela de consumo médio (Figura 3), que pode ser montada facilmente pelo professor utilizando o mesmo aplicativo de simulação.



Figura 2- Simulador de consumo

Fonte: COPEL

Resultados Residencial Detalhamento

Legenda: FP – Fora-Ponta / IT – Intermediário / PT – Ponta

Aparelho	Consumo				Tarifa Convencional			Tarifa Branca									
	FP	IT	PT	Total	FP	IT	PT	FP	IT	PT							
Cozinha																	
Cafeteira elétrica	15,05 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	15,05 kWh	R\$ 12,66	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 10,74	R\$ 0,00	R\$ 0,00							
Geladeira	78,83 kWh	5,39 kWh	0,36 kWh	84,58 kWh	R\$ 67,26	R\$ 4,70	R\$ 7,06	R\$ 57,05	R\$ 5,56	R\$ 12,44							
Microondas	2,15 kWh	0,00 kWh	0,00 kWh	2,15 kWh	R\$ 1,81	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 1,53	R\$ 0,00	R\$ 0,00							
Lâmpada LED	0,30 kWh	0,10 kWh	0,64 kWh	1,04 kWh	R\$ 0,25	R\$ 0,09	R\$ 0,34	R\$ 0,31	R\$ 0,11	R\$ 0,36							
Total do consumo:				102,38 kWh	Total do convencional:			R\$ 84,37	Total da branca:			R\$ 85,60					
Quarto																	
Computador	63,85 kWh	6,45 kWh	0,00 kWh	70,30 kWh	R\$ 70,55	R\$ 5,43	R\$ 0,00	R\$ 59,94	R\$ 6,42	R\$ 0,00							
Televisor	4,34 kWh	2,15 kWh	6,45 kWh	13,54 kWh	R\$ 4,10	R\$ 1,81	R\$ 5,43	R\$ 3,53	R\$ 2,14	R\$ 9,57							
Lâmpada LED	0,30 kWh	0,30 kWh	0,64 kWh	1,24 kWh	R\$ 0,25	R\$ 0,09	R\$ 0,34	R\$ 0,21	R\$ 0,11	R\$ 0,36							
Air condicionado	253,70 kWh	43,00 kWh	64,50 kWh	361,20 kWh	R\$ 293,46	R\$ 36,16	R\$ 54,37	R\$ 181,06	R\$ 42,37	R\$ 65,23							
Total do consumo:				462,09 kWh	Total do convencional:			R\$ 392,17	Total da branca:			R\$ 402,31					
Banheiro																	
Chuveiro	86,44 kWh	0,00 kWh	116,10 kWh	202,54 kWh	R\$ 38,07	R\$ 0,00	R\$ 97,69	R\$ 33,14	R\$ 0,00	R\$ 172,26							
Lâmpada LED	0,17 kWh	0,00 kWh	0,43 kWh	0,60 kWh	R\$ 0,14	R\$ 0,00	R\$ 0,36	R\$ 0,12	R\$ 0,00	R\$ 0,64							
Total do consumo:				203,14 kWh	Total do convencional:			R\$ 137,66	Total da branca:			R\$ 206,16					
Sala																	
Televisor	0,86 kWh	0,00 kWh	2,15 kWh	3,01 kWh	R\$ 0,72	R\$ 0,00	R\$ 1,81	R\$ 0,61	R\$ 0,00	R\$ 3,10							
Lâmpada LED	0,17 kWh	0,00 kWh	0,43 kWh	0,60 kWh	R\$ 0,14	R\$ 0,00	R\$ 0,36	R\$ 0,12	R\$ 0,00	R\$ 0,64							
Total do consumo:				3,61 kWh	Total do convencional:			R\$ 2,03	Total da branca:			R\$ 4,38					
Lavanderia																	
Máquina de lavar	1,50 kWh	0,00 kWh	3,01 kWh	4,51 kWh	R\$ 1,27	R\$ 0,00	R\$ 2,53	R\$ 1,07	R\$ 0,00	R\$ 4,47							
Lâmpada LED	0,12 kWh	0,00 kWh	0,64 kWh	0,77 kWh	R\$ 0,11	R\$ 0,00	R\$ 0,34	R\$ 0,09	R\$ 0,00	R\$ 0,36							
Total do consumo:				5,28 kWh	Total do convencional:			R\$ 1,45	Total da branca:			R\$ 5,39					
Garagem / Jardim																	
Lâmpada LED	0,43 kWh	0,00 kWh	1,07 kWh	1,50 kWh	R\$ 0,36	R\$ 0,00	R\$ 0,90	R\$ 0,31	R\$ 0,00	R\$ 1,60							
Total do consumo:				1,50 kWh	Total do convencional:			R\$ 1,26	Total da branca:			R\$ 1,91					
Consumo - Total				R\$ 81,61 kWh	Tarifa Convencional - Total			R\$ 832,34	Tarifa Branca - Total			R\$ 710,13					
Fora-Ponta	489,54 kWh	Intermediário	92,46 kWh	Ponta	204,46 kWh	Fora-Ponta	R\$ 812,21	Intermediário	R\$ 48,30	Ponta	R\$ 172,03	Fora-Ponta	R\$ 349,63	Intermediário	R\$ 97,41	Ponta	R\$ 263,10

Figura 3- Exemplo de resultados tabelados do simulador

Fonte: COPEL

Como forma de avaliação, como proposto por Buriasco (2004), além de optar por uma avaliação contínua, a participação e evolução individual poderão ser avaliadas por meio de relatórios construídos pelos alunos. Em resumo, o objetivo é que descrevam a experiência vivenciada com o ensino por investigação de forma autoavaliativa. Ainda segundo a autora, podemos pensar essa forma combinada de avaliação contínua, autoavaliação e construção de relatórios como uma perspectiva que dá ênfase à interação entre os alunos, seus pontos de vista,

suas crenças e valores.

Das hipóteses

O terceiro e último elemento da THA é composto pelas hipóteses para o processo de aprendizagem dos alunos, ainda que os elementos hipotéticos da interação dos alunos com a atividade estejam presentes durante toda a descrição da atividade investigativa.

Segundo SIMON (1995) é importante dar devido destaque as prováveis interações hipotéticas entre alunos e o conteúdo, pois é através dessas considerações que o professor pode mobilizar seus conhecimentos da prática docente e sua experiência enquanto aluno. Essa elaboração hipotética permite a consideração dos conhecimentos prévios dos alunos, elemento fundamental para a construção de uma experiência de aprendizagem potencialmente significativa. Por exemplo:

Aluno: A potência é a quantidade de energia consumida por hora?

Professor: Não exatamente, qual a unidade de medida que vocês acharam para potência?

Aluno: Watt.

Professor: E vocês lembram como fizemos a dedução da unidade de medida watt?

Aluno: Joule por segundo, então não é por hora. O consumo nas é medido por hora então.

Outra confusão recorrente, principalmente em alunos de primeiro ano, é o uso de unidades que acompanham o sufixo “k”. Ainda que as utilizemos com frequência em exercícios, é comum que alguns alunos não se atentem muito ao significado. Por exemplo:

Aluno: Quando calculamos o consumo a partir da potência o resultado sai em watt, mas as tabelas de custo são em kwatt hora. O que tem que fazer com o resultado? Multiplica por mil?

Professor: por que multiplicar por mil?

Aluno: Porque quando tem “k” é mil, tipo kg, km. Então aqui deve ser mil também.

Professor: Mas se o resultado tivesse ficado em metros e a gente precisasse em quilômetros? Como vocês fariam?

Aluno: Entendi, nesse caso a gente efetuaria a divisão. Então, para ficar na unidade igual à da tabela.

Aluno: Mas kwatt hora continua com unidade de potência?

Professor: Podemos fazer uma análise dimensional, como vocês disseram antes watt é joule por unidade de tempo. Se multiplicarmos por hora que tem unidade de tempo, como ficaria?

Aluno: Acho que deve ter como trabalhar e as unidades cortarem. Aí só sobra o joule do kwatt.

Professor: Isso mesmo. E joule representa oque?

Aluno: Energia, então nesse caso a energia usada em uma hora do aparelho que a gente pegou a potência na tabela.

Por fim, é interessante destacar algumas hipóteses referentes à interação dos alunos ao proporem as intervenções ao final das atividades. A lista de sugestões de cada grupo irá depender da forma como cada grupo escolheu olhar para os dados coletados na exploração.

Por exemplo, é de se esperar que utilizem de representações gráficas, visto que esse tipo de abordagem é muito comum em aulas de física, principalmente em turmas de primeiro ano. Dessa forma, podemos considerar a hipótese um grupo que tenha decidido analisar a relação dos valores de consumo de energia elétrica e o valor pago no fim do mês, resultando em um gráfico semelhante ao apresentado abaixo.

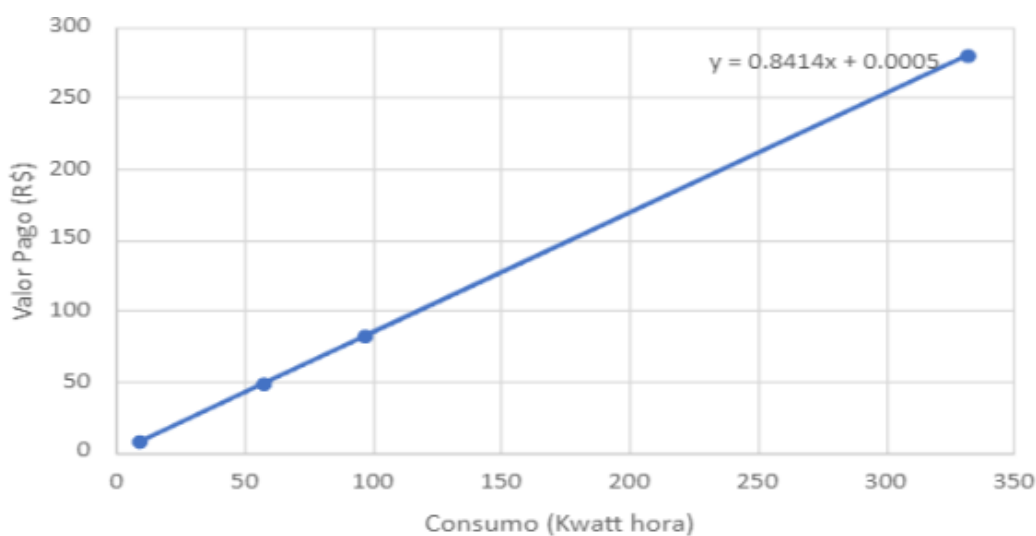


Figura 4- Gráfico elaborado a partir dos dados do simulador.

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando que por meio dessa abordagem gráfica o grupo teria estabelecido uma relação linear entre consumo e custo, podemos considerar a hipótese de que a proposta de intervenção desse grupo tenha como foco a redução do tempo de utilização dos eletrodomésticos. Podendo considerar uma redução generalizada de maneira arbitrária, ou com restrições específicas, para os equipamentos que fossem identificados como os de maior consumo.

Outra possibilidade é que um grupo decida analisar a quantidade de energia consumida em relação ao período do dia. Considerando a divisão chamada de tarifa branca, estabelecida pela companhia de fornecimento, no qual o dia fica dividido em horário fora do pico (FP), horário intermediário (IT) e horário de pico (PT). Podemos presumir que a abordagem gráfica elaborada por um grupo que adote essa perspectiva seria semelhante ao ilustrado a seguir.

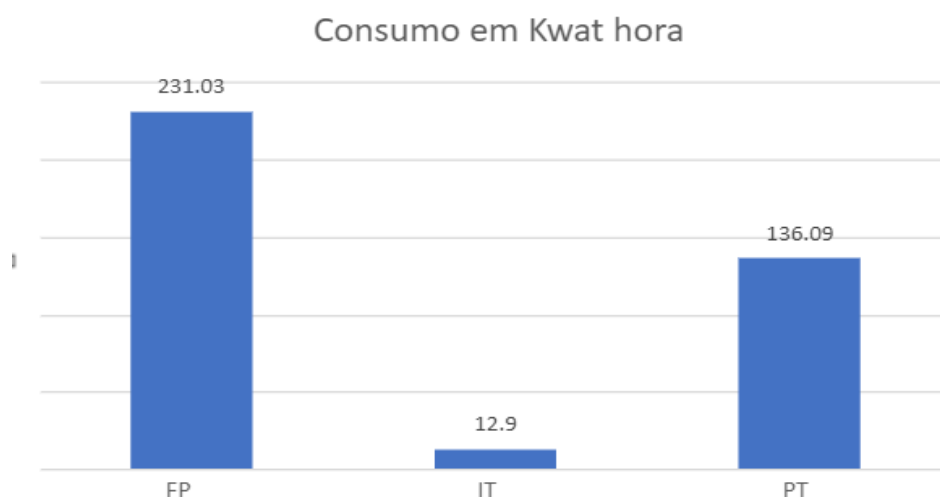


Figura 5- Gráfico elaborado a partir dos dados do simulador

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir disso, podemos considerar a hipótese de que esse grupo proponha intervenções relativas à melhor distribuição das tarefas do dia, dedicando os horários com tarifas menores às atividades que consomem mais energia elétrica. Essa proposta poderia ser feita de maneira geral, ou especificando quais atividades cotidianas consomem mais energia e poderiam ser realizadas em horários mais favoráveis.

Considerações finais

São destacados entre os pontos positivos da elaboração desse tipo de trabalho: proporcionar que o professor se sinta mais preparado para a prática docente graças a possibilidade de prever as dúvidas que os alunos podem ter durante a abordagem desse conteúdo; ter a oportunidade de refletir sobre a relevância da contextualização para a elaboração, aplicação e resolução de uma tarefa, fugindo dos moldes da aprendizagem memorística.

Por considerar que um professor deve estar sempre testando novos métodos de ensino durante toda sua carreira, a adoção da perspectiva do ensino por investigação permitiu a saída do conforto metodológico de uma aula expositiva convencional.

Uma das maiores dificuldades observadas durante os processos dessa trajetória é justamente a resistência dos alunos, que em muitos casos, nunca haviam experienciado um momento de ensino que possibilitasse a autonomia de cada aluno enquanto protagonista de seu processo de aprendizagem. Observou-se que por estarem fortemente conformados ao ensino por aulas expositivas, os alunos tendem a aguardar por um momento de explicação e correção por parte do professor, comprometendo a elaboração de hipóteses.

Para muitos professores, sobretudo os que possuem pouca experiência em sala de aula, a insegurança os impede de utilizarem métodos de ensino diversificados. Portanto, a possibilidade que a THA traz ao professor de simular e compreender a interação dos alunos com o conteúdo, compõe um eficiente mecanismo para aperfeiçoar a diversidade metodológica de um profissional docente.

REFERÊNCIAS

BURIASCO, Regina. L. C. De. Do rendimento à aprendizagem: uma perspectiva para a avaliação in: encontro nacional de educação matemática, 8., 2004, recife. **Anais...** Recife, sbem, isbn 85-98092-02-9. Cdrom. 2004

BYBEE, Rodger W. (2006). **The high school science curriculum**: Reflections on learning and teaching. Full report prepared for the Office of Science Education National Institute of Health, Colorado Springs: Biological Sciences Curriculum Study “BSCS”.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **Ambiental**. Disponível em: <https://copelsustentabilidade.com/ambiental/>. Acesso em 20 jun 2022. [Composição da Figura1]

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **Bandeiras tarifarias**. Disponível em: https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/bandeiras-tarifarias/?utm_source=home-page&utm_medium=bandeira-tarifaria&utm_campaign=header Acesso em 20 jun 2022. [Composição da Figura1]

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). Espaço energia, **Brazilian open journal of energy**. Disponível em: <http://www.espacoenergia.com.br/index.htm> acesso em 10 jul 2022. [Composição da Figura1]

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **Simulador de Consumo de Energia Elétrica**. Disponível em: <https://www.copel.com/scnweb/simulador/inicio.jsf>. Acesso em: 20 jun 2022.

SIMON, Martin A. “Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective. **Journal for research in Mathematics Education**”, Vol. 26, n° 2. p. 114-145, 1995.