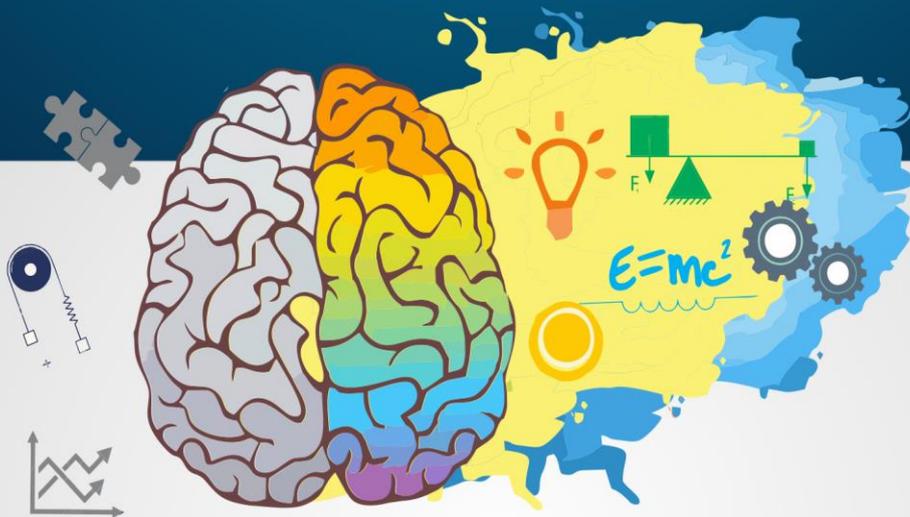


Sequência Didática

Ensinando Física por meio da Resolução de Problemas

LEONARDO BATISTA NETO
VLADMIR MARIM



Prezado(a) Professor(a) de Física

Estamos inseridos em um contexto em que a sociedade passa por diversas transformações tecnológicas e sociais, com elas, acompanham as mudanças em sala de aula. Com isso, surge a necessidade de repensar o ensino tradicional, que ainda é fortemente presente nas diversas disciplinas da Educação Básica.

Documentos Oficiais, como o Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), destacam a importância de ressignificar a Educação pautada no estudante, na formação de sujeitos críticos e pensantes. Dessa forma, acredita-se que o ensino de Física por meio de técnicas de memorização de fórmulas e de aplicação de conceitos em exercícios, não é o melhor caminho para o que objetivam os documentos.

Como proposta para a (re)significação do Ensino de Física na Educação Básica, a partir da formação de professores, esta sequência didática disponibiliza uma possibilidade para ensinar a Física de maneira contextualizada, reflexiva, gerando autonomia no estudante e destacando-o como principal sujeito em seu processo de ensino e aprendizagem.

O Ensino Investigativo pode ser um caminho para ajudá-lo em suas aulas. Pensando nisso, por meio de uma pesquisa sistematizada da perspectiva metodológica da Resolução de Problemas como uma proposta investigativa no contexto da Física, realizamos esta sequência didática, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia pautados em trabalhos divulgados nos Simpósio Nacional de Ensino de Física. Esperamos que ela possa contribuir com sua prática docente e acrescentar em sua formação.

Boa Leitura!

”Comporta-te como se dependesse de ti, exclusivamente de ti, o ambiente do lugar em que trabalhas”. São Josemaria Escrivá.

Sumário

A Resolução de Problemas.....	4
A Resolução de Problemas e o Ensino da Física	9
Motivos para utilizar a Resolução de Problemas no Ensino de Física como metodologia de ensino	10
Habilidades e Competências que podem ser desenvolvidas pela Resolução de Problemas no Ensino de Física	11
Sequências Didáticas Sugeridas	12
Sequência Didática 1: Interpretando a Termodinâmica.....	13
Sequência Didática 2: Compreendendo o consumo energético.....	21
Quem somos.....	30
Referências	31
Apêndices.....	32

Eu me chamo Felipe, sou professor como você! Caminharemos juntos nesta proposta didática e espero que possamos aprender muito! Vamos lá?

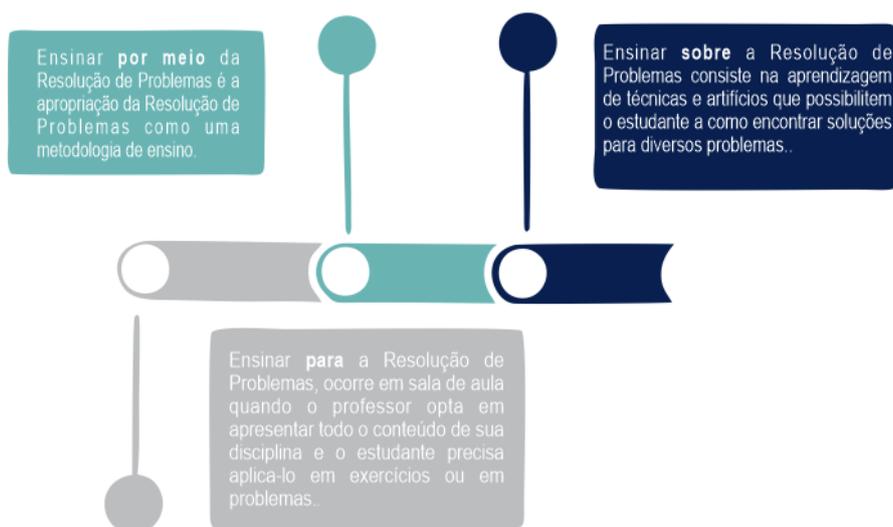


A Resolução de Problemas

A Resolução de Problemas está presente na sala de aula, em pesquisas e nos livros didáticos de Matemática, Física, Química e Biologia nos mais diversos contextos.



Entre elas estão: (1) ensinar **sobre** a Resolução de Problemas; (2) ensinar **para** a Resolução de Problemas; e (3) ensinar **por meio** da Resolução de Problemas.



O que é uma situação problema?

5

É tudo aquilo que não se sabe fazer, mas que se está interessado em fazer (ONUICHIC e ALEVATTO, p 81, 2011).

É uma situação nova, que coloca o resolvidor à frente da necessidade de buscar estratégias originais, elaborar deduções e tomar decisões (MARIM, 2011).

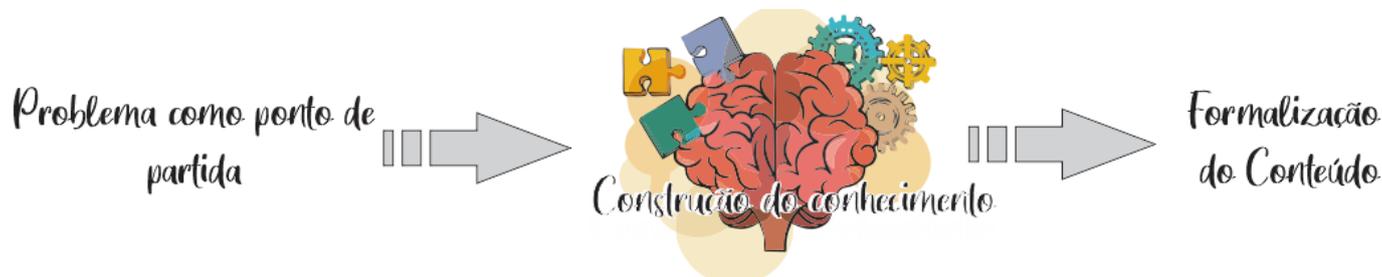
É o que proporciona a investigação por meio do estabelecimento de relações e busca por soluções (DUHALDE e CUBERES, 2007).



A Sequência Didática – Ensinando por meio da Resolução de Problemas, é uma opção para você, professor de Física, que deseja utilizar a Resolução de Problemas em sala de aula, como uma metodologia de ensino.

Ensinar **por meio** da Resolução de Problemas, pode favorecer ao estudante o desenvolvimento do raciocínio, sua confiança e sua capacidade de compreensão dos conteúdos e conceitos (ONUICHIC e ALEVATTO, 2011).

A metodologia em questão, considera a situação problema como o **ponto de partida** para a construção do conhecimento.



O estudante é um sujeito ativo em seu processo de aprendizagem, articula seus conhecimentos prévios e busca investigar o problema, elabora hipóteses e executa um planejamento de uma solução.

A Resolução de Problemas, nesta perspectiva metodológica, possui alto potencial para o ensino, contudo, o professor e estudante precisam de novas posturas. O docente deixa a figura de detentor e expositor do conhecimento para um mediador da aprendizagem (ONUICHIC, 2002).

O docente não mais será a figura central em sala de aula, ainda sim, irá possuir um papel de suma importância:



O estudante, por sua vez, assumirá o papel principal em seu próprio processo de aprendizagem, se destacando como sujeito ativo. Todas essas mudanças precisam ser dialogadas em sala de aula e muito bem esclarecidas.

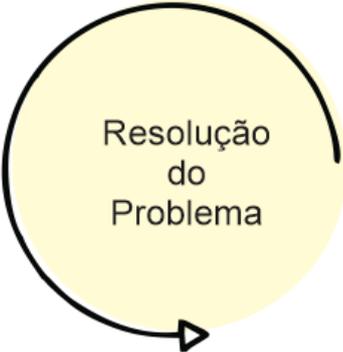
Embora não haja uma forma fechada para se trabalhar com a Resolução de Problemas em sala de aula, algumas etapas serão apresentadas para a sua melhor compreensão.



Inicialmente, você, professor, irá elaborar, selecionar ou criar uma situação problema, tendo em mente o objetivo de aprendizagem e o novo conceito a ser construído. Em sala de aula, você pode solicitar a formação de grupos e iniciar a sua aula com a apresentação da situação problema.

É necessário que todos tenham acesso à leitura. Fica a seu critério, professor, iniciar com a leitura de maneira individual e posteriormente a leitura em grupos ou, então, realizar a leitura somente em grupos. Neste momento, cabe a você, professor, identificar se os estudantes conseguiram realizar a interpretação correta, podendo ajudá-los a resolver questões secundárias, como o significado de palavras desconhecidas





Resolução do Problema

Após a compreensão da situação problema, os grupos de maneira colaborativa, buscam solucioná-lo, mobilizando seus conhecimentos prévios, sua postura investigativa, criando hipóteses e estratégias.

É sua função, professor, observar e analisar o envolvimento dos estudantes, incentivando-os e conduzindo-os à resolução da situação problema. Contudo, não cabe a você lhes oferecer respostas, nem os guiar tendenciosamente a ela, tão pouco indicar fórmulas, raciocínios ou técnicas.



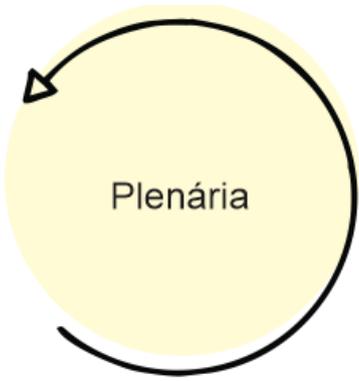
Observar e incentivar



Registro das soluções

Posteriormente a isso, os grupos são convidados a apresentar suas soluções, independentemente se estão certas, erradas ou se foram encontradas por caminhos diferentes.

Os estudantes discutirão sobre os resultados de outros grupos, enquanto você, professor, os provoca e questiona em relação às ideias uns dos outros. Esse momento de reflexão é rico em aprendizagem, e você, enquanto professor, pode explorá-lo.



Plenária

Busca por
consenso

Depois disso, busque um consenso entre os estudantes sobre a solução correta.

Por fim, apresente a formalização do conceito, princípio, técnica matemática ou física que envolvia a situação problema inicial.

Formalize
o conteúdo

Quer saber mais sobre a
Resolução de Problemas
e suas concepções?



ESCANEIE-ME

Resolução de Problemas e o Ensino de Física

A Física é uma das disciplinas da Educação Básica que mais provoca resistência nos estudantes. Ataíde (2002) explica que um dos motivos é a concepção estudantil da Física como uma matéria de alta complexidade, se tornando incompreensível.

A maneira que você, professor, ministra a disciplina, faz toda a diferença para a reafirmação dessa concepção ou para a sua ressignificação. Se o objetivo do Ensino de Física está associado à aplicação de exercícios, por meio da identificação de fórmulas e conversão de dados, pode não ter significados e associações para os estudantes, tornando-a abstrata (BRASIL, 2002). Ao contrário, a Física se torna mais acessível quando o docente busca fugir da memorização de fórmulas e de um ensino mecanicista, procurando desenvolver nos estudantes habilidades e competências importantes para inseri-los na sociedade como cidadãos críticos (BRASIL, 2002).

Uma das maneiras de possibilitar um Ensino de Física com significados e acessível aos estudantes é a partir da Resolução de Problemas. Mas não se trata aqui de ensinar para que o estudante relacione os dados e elementos do enunciado com fórmulas e equações, mas sim em pautar o ensino a partir de situações problemas e a elaboração de hipóteses e caminhos para soluções (BRASIL, 2002),

Também a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) destaca que os estudantes devem cada vez mais se aproximarem de procedimentos e atitudes investigativas e de Resolução de Problemas (BRASIL, 2018).

Entende-se, portanto, que a Resolução de Problemas enquanto metodologia de ensino, possui grande potencial para as aulas de Física, pois se alinham com uma nova concepção de ensino proposta por documentos oficiais.

Motivos para utilizar a Resolução de Problemas na Física

como metodologia de ensino

Neste momento, temos como principal objetivo apontar as razões para a utilização da Resolução de Problemas enquanto uma possibilidade metodológica para o Ensino de Física. Para isso, elaboramos dez justificativas principais das contribuições desta metodologia:

10

MOTIVOS PARA UTILIZAR A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE FÍSICA



Baseado em Onuchic & Alevatto (2011).

Habilidades que podem ser desenvolvidas pela Resolução de Problemas no Ensino de Física

A nuvem de palavras abaixo é uma representação de habilidades gerais, inspiradas na BNCC, que podem ser desenvolvidas pelo estudante por meio da Resolução de Problemas, em uma perspectiva metodológica, no Ensino da Física:



Sequências Didáticas Sugeridas

Professor, esta seção constitui-se por duas sequências didáticas sobre o Ensino de Física na perspectiva metodológica da Resolução de Problemas, sendo a primeira pautada no trabalho de Gustavo Affonso de Paula, Heloize da Cunha Charret e Mônica Borges (2015), disponibilizado no Simpósio Nacional de Ensino de Física, e a segunda a partir dos estudos e experiências acadêmicas do autor.

Interpretando a Termodinâmica

Unidade Temática: Termodinâmica

Série: 2º ano de Ensino Médio

Duração: 4 horas/aula

Objetivos: Investigar e experimentar; desenvolver habilidades de leitura, compreensão e elaboração de textos; argumentar e expor as ideias; e relacionar a experimentação com a Lei Fundamental da Termodinâmica.

Habilidade: (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Materiais utilizados: 1 lâmpada, 3 latas de refrigerante pintadas, sendo 1 preta, 1 branca e 1 metálica, para cada grupo. Além disso, 1 termômetro, 1 balança, água, cronômetro do celular, papel kraft ou cartolina e papel milimetrado.

1º aula

Objetivo: Ler, interpretar e argumentar a situação apresentada.

O local apropriado para esta atividade é em um laboratório, mas é possível adequar para a sala de aula.



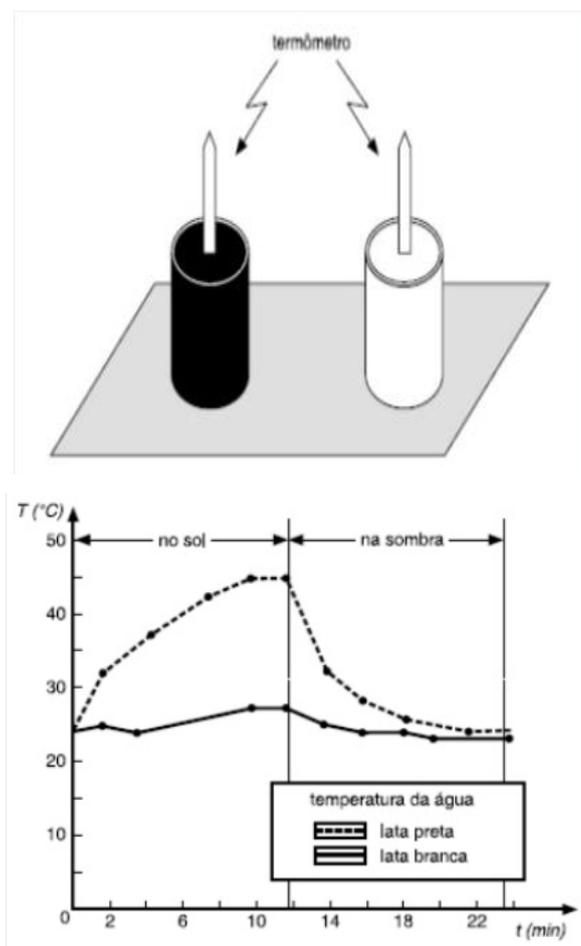
Que tal dividir os estudantes em grupos?

Professor, é importante, ao formar os grupos, refletir algumas questões: se esta for a primeira vez que estiver trabalhando nesta perspectiva, os grupos podem ser estruturados por afinidade, se você possui um convívio maior com a turma e já trabalhou em grupos em outro momento, o ideal é agrupá-los de forma mista, aqueles que possuem mais ou menos dificuldade de aprendizagem.

No início desta atividade, é válido dialogar com os estudantes sobre as novas posturas frente a situação problema. O ideal é que o estudante seja incentivado a desenvolver habilidades em resolução de problemas e a ser o protagonista em seu processo de aprendizagem.

No próximo momento da aula, apresente a seguinte situação¹ para os estudantes:

No experimento ilustrado na figura a seguir, uma equipe de alunos usou duas latas fechadas, cada uma com 1 litro de água armazenado em seu interior e munida de termômetro que permitia medir a temperatura da água. Uma das latas foi pintada externamente com tinta de cor preta e a outra, de cor branca. Primeiramente, as duas latas foram expostas ao Sol em um dia sem nebulosidade, e, em seguida, recolhidas à sombra de uma árvore. As variações da temperatura da água em função do tempo encontram-se registradas no gráfico a seguir:



¹ Problema adaptado do vestibular da Universidade de Brasília – DF, disponível em: <http://mistermdafisica.blogspot.com/2013/04/calorimetria-e-o-enem.html>



Professor, o resolvidor de problemas deve possuir habilidades de leitura e interpretação de texto. Por isso, esta sequência didática promove caminhos para o desenvolvimento desta habilidade.

Após a leitura da situação, observe os grupos! Faça questionamentos sobre a interpretação do problema, como exemplos: existe algum termo desconhecido no texto? Se houver, pode sugerir a consulta no dicionário físico ou eletrônico. Como foi realizado o experimento? Para que serviu o termômetro na experiência? O que o gráfico revela sobre a lata preta? Entre outras.

Outra sugestão é pedir aos estudantes que contem a situação problema com as suas próprias palavras.

Incentive os estudantes à uma postura crítica e reflexiva perante a situação problema.

Para isso, entregue algumas questões problematizadoras para o grupo pensar, debater e expor suas ideias por meio de recortes de papel, com as seguintes perguntas:

Qual a diferença entre as duas latas?
Essa diferença pode influenciar? E por qual a razão?

Quais são os parâmetros que devem ser observados?

A fonte luminosa pode cumprir o mesmo papel que o sol?

Professor, as respostas dos estudantes podem convergir do esperado, por isso é importante explorá-las de maneira coletiva.

Porque latinhas, e não garrafas de vidro ou plástico?

Após a montagem experimental, como serão registrados os dados observados?

Se a água fosse trocada por uma outra substância, teria alguma influência? Por exemplo, se utilizássemos álcool, a variação de temperatura seria a mesma?

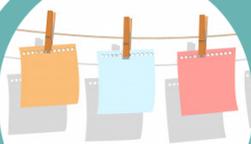
Se você colocasse menos que 1 litro de água, o aquecimento seria igual a colocar 1 litro?

Realize uma **plenária** sobre as discussões provindas da interpretação, das discussões sobre a situação problema.

Professor, o tempo dedicado para a realização desta atividade se faz necessário para auxiliar os estudantes em leitura, interpretação e argumentação. Com isso estará colaborando para que os estudantes desenvolvam estas habilidades, que os auxiliarão em problemas futuros.



Após a plenária e o consenso oriundo do debate, os estudantes registram as discussões em papel kraft/cartaz para anexá-los em um ambiente de aprendizagem nas paredes da sala de aula. Outra possibilidade são os registros em um ambiente de aprendizagem virtual, utilizando ferramentas como o *Google Jamboard* ou *Lapbook*.



O ambiente de aprendizagem permitirá o estudante visitar os conceitos, reflexões, técnicas, experimentações e discussões promovidas em sala de aula em outros momentos.

2º aula

Objetivo: Investigar e experimentar a situação problema.

No início desta aula, organize novamente os grupos e solicite a um estudante que conte para os demais colegas, sobre a atividade realizada na aula anterior. Promova o diálogo com os demais estudantes para que complementem a ideia.

Em sequência, retome a leitura da situação da aula anterior, juntamente com as problematizações propostas a seguir:

Considere o calor específico da água igual a $1 \text{ kcal}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ e utilizando os materiais disponibilizados pelo professor, construa experimentalmente uma situação semelhante para argumentar as seguintes questões:

- A) Entre as latas preta, branca e cinza, elas possuem o mesmo poder de absorção de calor? Por quê?

- B) De acordo com o gráfico da situação problema e sua investigação experimental, quais fatores físicos estão associados a perda ou ganho de calor das latas? Relacione matematicamente uma forma de analisar a perda ou ganho de calor.
- C) Em seu experimento, quais são aproximadamente o valor da variação de temperatura e do calor absorvido em cada lata?

Durante a atividade:

- 1) Não dê instruções e respostas, ao invés disso, busque lembrá-los das discussões realizadas na aula anterior ou faça perguntas que os levem a refletir sobre a resposta.
- 2) Incentive os estudantes para a execução desta atividade.
- 3) Ao notar que um estudante está deslocado, tente inseri-lo no grupo.

Professor, peça o registro do grupo ou individual, em uma folha avulsa para ser entregue a você, sobre a elaboração do experimento, as hipóteses e soluções encontradas. Esse momento também pode ser utilizado como forma de avaliação.

3ª aula

Objetivo: compartilhar aprendizagens vivenciadas por meio do experimento.



Professor, ao planejar esta aula, leia e analise os registros entregues pelos estudantes na aula anterior, com o objetivo de enriquecer as discussões e reflexões a serem realizadas.

Para complementar e sanar as inconsistências verificadas nos apontamentos entregues na aula anterior, recorde a situação problema por meio de questões problematizadoras.





Para esta discussão, incentive os grupos a analisarem e a discutirem o raciocínio e o processo de solução obtido por cada grupo.

Você pode organizar a sala em roda ou solicitar novamente os grupos do momento anterior. Nesta etapa, incentive que todos os estudantes compartilhem as aprendizagens e dúvidas sobre os conceitos e procedimentos do experimento realizado. Seja o (a) **mediador (a)** da discussão, incentivando a participação de todos os estudantes e levando-os a busca pela compreensão.

Possibilidades de perguntas pertinentes para retomar a atividade da aula anterior e incentivar as discussões:

O que foi observado no experimento? Em qual recipiente houve mais absorção de calor? Quais são as justificativas para isso? É possível calcular o calor absorvido por uma substância? Como? Quais fatores estão associados? Onde podemos encontrar situações semelhantes no cotidiano? Os valores encontrados no gráfico da situação problema são os mesmos encontrados por você? Por quê?

Por se tratar de um problema aberto, é possível que haja soluções distintas e corretas, que devem ser igualmente discutidas.

Por meio das discussões realizadas organize, juntamente com os estudantes, o registro coletivo, em uma folha de papel kraft ou cartolina, com as soluções para as questões apresentadas. Retome ao registro anterior elaborado pelos estudantes e compare com o registro coletivo. Professor, promova reflexões para mediar este momento, tais como: quais diferenças entre os dois registros? O que foi acrescentado ou retirado do registro anterior? Em seguida, fixe no ambiente de aprendizagem criado na sala de aula.

4º aula

Objetivo: construir o conceito de capacidade térmica, calor específico e a equação fundamental da calorimetria.

Professor, nesta etapa, sistematize o objeto de aprendizagem de Física. Lembre-se de relacionar os conceitos de capacidade térmica, calor específico e a equação fundamental da calorimetria com a situação problema e o experimento desenvolvido pelos estudantes nas aulas anteriores.

Promova uma aula dialogada com os estudantes e sempre retome a situação problema inicial. Para isso, utilize uma dinâmica de aula em que você questiona, promove o diálogo entre os estudantes e depois formaliza os conceitos.



Questione: Se alterássemos a quantidade de água o que poderia acontecer em nossa experiência? Quando vai ferver água para fazer o café, ela atingirá a fervura mais rápido ou mais devagar se tiver menos água? A quantidade influencia também na perda de calor?

Espera-se do estudante que ele recorde sobre a variação de temperatura da água, a influência da quantidade de água, o possível comportamento com outros materiais e a cor das latas. Caso as respostas não estejam dentro do padrão esperado, cabe a você, professor, realizar a mediação. Ajude-os a recordar a experimentação desenvolvida por eles, as conclusões e os resultados obtidos.

Formalize: Capacidade Térmica (C) é o termo utilizado para indicar a quantidade de calor (Q) que um corpo precisa receber ou ceder para variar sua temperatura (ΔT) em uma unidade ($C = Q/\Delta T$), ou seja, é uma propriedade do corpo. Uma lata com mais água, poderia ter uma capacidade térmica diferente de uma lata com menos água, pois iria precisar de mais calor para alterar a sua temperatura.

Questione: Em nossa experiência, se alterássemos o líquido, ao invés de água utilizássemos álcool, quais mudanças poderiam ocorrer?

Formalize: Calor específico (c) indica a quantidade de calor que cada unidade de massa (m) do corpo precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade. É uma propriedade de cada material. A água, possui calor específico igual a $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, já o álcool é $0,59 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$.

Questione: Como podemos mensurar o calor que um corpo recebe ou cede? No caso das latas, quais fatores observamos que variaram enquanto recebiam calor?

Formalize: É possível relacionar a Capacidade Térmica (C) e o Calor específico (c) para calcular a quantidade de calor recebida por este corpo, uma vez que $C = c/m$. Substituindo esta relação na equação $C = Q/\Delta T$, temos que $c/m = Q/\Delta T$, ou, $Q = mc \Delta T$, a equação fundamental da calorimetria.

Peça aos estudantes que registrem os conceitos aprendidos para incrementar no ambiente de aprendizagem.

Professor, sugerimos alguns exercícios para relacionar os conceitos de capacidade térmica, calor específico e a equação fundamental da calorimetria. Vale ressaltar a importância de promover a correção destes exercícios de forma dialogada e crítica, lembrando a situação problema inicial e/ou situações cotidianas do estudante.

- 1) Uma colher está inicialmente à temperatura ambiente de 20°C . Recebendo uma quantidade de calor de 330 cal , ao ser colocada dentro de uma panela no fogo, sua temperatura eleva para 50°C . Qual é o valor da capacidade térmica do bloco? Diga, com suas palavras o significado do resultado que você encontrou
- 2) No interior de uma jarra de suco são colocados 800 g de água a 20°C e cinco blocos de gelo de massa 10 g cada, à temperatura de -20°C . Qual a temperatura final do equilíbrio?
- 3) Em uma xícara que contém 300 ml de chá em uma temperatura de 75°C , adiciona-se 20 ml de água gelada a uma temperatura de 5°C . Considere que a xícara não absorva nenhuma quantidade de calor durante o resfriamento do chá e determine a temperatura de equilíbrio do sistema
- 4) .

Sequência inspirada em *Resolução Experimental de Problemas uma proposta para o desenvolvimento do olhar crítico dos estudantes*, de: Gustavo Affonso de Paula, Heloize da Cunha Charret e Mônica Borges (2015).

Compreendendo o Consumo Energético

Unidade Temática: Eletricidade

Série: 3º ano de Ensino Médio

Duração: 4 aulas

Objetivos: Construir aprendizagens sobre potência elétrica e energia elétrica ($E = P \cdot \Delta t$) e suas relações com o cotidiano.

Habilidade: (EF04LP19) Ler e compreender textos expositivos, considerando a situação comunicativa e o tema/ assunto do texto; (EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética e a relação custo/benefício.

Materiais utilizados: conta de energia, folhas sulfites, notebook e projetor, cola e caderno.

1º aula

Objetivo: compreender, analisar e discutir a situação problema apresentada.

Professor, uma estratégia para auxiliar os estudantes com dificuldades em leitura e interpretação de texto são os problemas em tiras. Nessa estratégia, eles recebem um problema escrito em pedaços de papéis e desordenados, como se fosse um quebra-cabeça, que deve ser montado na ordem.

Na ausência de recursos de impressão, sugerimos que escreva a situação problema na lousa, de maneira desordenada.

A seguir, a situação problema proposta será apresentada em dois formatos: (1) em tiras, com ordem aleatória e separação sugerida por nós; e (2) ordenada.



1 - Situação problema desordenada:

Você, como um amigo desta família se dispõe a ajuda-los.

O valor de energia elétrica pago mensalmente está além da renda familiar, causando problemas no orçamento doméstico.

Uma família uberlandense, composta por 6 integrantes, consome altos níveis de energia elétrica.

Os gastos mensais desta casa estão relacionados às informações:

- Cada membro da família utiliza o chuveiro elétrico duas vezes durante o dia por cerca de 30 minutos;
- . Utiliza-se um aparelho de ar condicionado todos os dias de calor, pelo menos por 5 horas;
- . A geladeira fica ligada 24 horas por dia; - A casa possui 6 celulares, que recebem carga uma vez a cada dia;
- Possuem 2 computadores que ficam ligados a maior parte do dia, por volta de 12 horas;

- A TV é utilizada sempre a partir das 19h às 22h30 aproximadamente;
- A noite sempre são ligadas lâmpadas incandescentes, entre 19h e 22h30;
- Outros aparelhos como sanduicheiras, liquidificador, micro-ondas quase não são utilizados;
- O valor da tarifa energética precisa ser consultado em uma conta de energia;
- Os tributos, outras tarifas e serviços, como a iluminação pública, da CEMIG são valores fixos na conta de energia, sendo aproximadamente R\$39,90;



Professor, de acordo com suas percepções acerca do desenvolvimento de habilidades em leitura e interpretação de textos dos estudantes, sugerimos que reconfigure a divisão das tiras no formato que julgar ideal.

2 - Situação Problema ordenada: Uma família uberlandense, composta por 6 integrantes, consome altos níveis de energia elétrica. O valor de energia elétrica pago mensalmente está além da renda familiar, causando problemas no orçamento doméstico. Você, como um amigo desta família, se dispõe a ajudá-los.

Os gastos mensais desta casa estão relacionados às informações:

- a) Cada membro da família utiliza o chuveiro elétrico duas vezes durante o dia por cerca de 30 minutos;

- b) Utiliza-se um aparelho de ar condicionado todos os dias de calor, pelo menos por 5 horas;
- c) A geladeira fica ligada 24 horas por dia;
- d) A casa possui 6 celulares, que recebem carga uma vez a cada dia;
- e) Possuem 2 computadores que ficam ligados a maior parte do dia, por volta de 12 horas;
- f) A TV é utilizada sempre a partir das 19h às 22h30 aproximadamente;
- g) A noite sempre são ligadas lâmpadas incandescentes, entre 19h e 22h30;
- h) Outros aparelhos como sanduicheiras, liquidificador, micro-ondas quase não são utilizados;
- i) O valor da tarifa energética precisa ser consultado em uma conta de energia;
- j) Os tributos, outras tarifas e serviços, como a iluminação pública, da CEMIG são valores fixos na conta de energia, sendo aproximadamente R\$39,90;

Professor, de acordo com suas percepções sobre a sala de aula, selecione grupos heterogêneos, em relação aos conhecimentos de Física, considerando que em um mesmo grupo haja estudantes com mais e menos facilidade.



Professor, no início desta aula, apresente a situação em forma de tiras impressas ou desordenada na lousa, para que os grupos a organizem e registrem em seu caderno. Após alguns minutos, peça a um dos grupos que socialize a sua organização para o restante da turma.

Espera-se dos estudantes que identifiquem a presença das vírgulas, pontos finais, letras maiúsculas, tópicos e a coerência textual. Para a discussão, **faça a mediação deste momento**, questione aos estudantes: (1) foi possível compreender adequadamente a situação problema ordenada pelo grupo? (2) outro grupo organizou de forma diferente? Como? (3) distintas organizações podem levar a mesma compreensão? (4) há frases que não podem alterar a ordem? Porque? e (5) quais elementos identificam flexibilidade ou inflexibilidade das frases?

Após este momento, peça aos grupos que discutam entre si os seguintes questionamentos:

1 – Quais fatores podem estar relacionados ao consumo de energia elétrica? Quando se gasta mais ou menos energia?

2 – Diferentes aparelhos consomem a mesma quantidade de energia elétrica? Por quê?

Professor, após a discussão de cada grupo, promova o diálogo com a turma, em forma de plenária. Estas questões são norteadoras e imprescindíveis para a próxima aula. Espera-se que os estudantes compreendam a relação entre a potência de cada aparelho, o tempo de utilização e as taxas cobradas.

Alguns questionamentos pertinentes: Se utilizar o chuveiro por 30min ou por 40min, existe diferenças no consumo? Qual gasta mais, o chuveiro ou a carga de um celular? Por quê? Como mensurar o quanto um aparelho consome de energia? Como a CEMIG cobra pelo gasto de energia?

Após a discussão, busque o consenso e peça aos estudantes para registrá-lo, individualmente, em seu caderno.



Para a próxima aula será necessário uma conta de energia por estudante. Para isso, sugerimos que comunique antecipadamente e estipule um prazo para a entrega, que seja anterior a esta atividade.



Além disso, como atividade a ser realizada em casa e registrada no caderno, solicite aos estudantes que, individualmente, realizem uma pesquisa, consultando os aparelhos que possuem em sua casa ou pela internet e o gasto energético médio deles. O registro desta pesquisa pode fazer parte do processo avaliativo.

2º aula

Objetivo: investigar e solucionar a situação problema apresentada.

Solicite a formação dos grupos novamente, conforme organizados anteriormente, e peça que um dos estudantes conte o que foi realizado na aula anterior. Favoreça a participação de outros estudantes para que possam complementar a ideia.

Após este momento, releia com toda a turma a situação e apresente os seguintes questionamentos:

- A) Considerando o mês de outubro como referência, qual foi o gasto médio, em reais, mensal desta família?
- B) Como contribuir para a redução dos gastos mensais? (Faça uma proposta que não contenha fortes mudanças no estilo de vida familiar).

Este é o momento em que os grupos mobilizam os conhecimentos oriundos das discussões realizadas e de suas pesquisas, além da investigação da conta de energia, para a resolução da situação problema. Como alguns estudantes podem não ter encontrado as informações de algum equipamento, uma sugestão é deixar a disposição da turma a folha de [consultas](#) em anexo ou o acesso à internet.

Durante a atividade:

Não dê instruções diretas e respostas, ao invés disso, busque lembrá-los das discussões realizadas na aula anterior ou faça perguntas que os levem a refletir sobre a resposta.

Oriente-os a utilizarem as pesquisas realizadas.

Incentive os estudantes para a execução desta atividade.

Ao notar que um estudante está deslocado, tente inseri-lo no grupo.

Professor, peça o registro das soluções encontradas no caderno. Vale ressaltar que esse momento também pode ser utilizado como forma de avaliar o desenvolvimento e o envolvimento dos grupos durante toda a atividade.

3º aula

Objetivo: debater as soluções encontradas na aula anterior.

Reúna novamente os grupos, conforme as aulas anteriores ou, se optar, disponha os estudantes em roda. Após a organização da sala de aula, peça aos estudantes que escolham um representante para o grupo para compartilhar a solução encontrada na lousa e para a turma, em formato de plenária, sobre os gastos médios da família e a proposta de redução de gastos pensada pelo grupo.

Seja o **mediador** da discussão, incentivando a participação de todos os estudantes e levando-os à busca pela compreensão.



Para esta discussão, incentive os grupos a analisarem e a discutirem o raciocínio e o processo de solução obtido por cada grupo.

Perguntas pertinentes para a plenária

Onde na conta de energia encontraram a tarifa? A tarifa é referente a quanto consumo de energia? Esta tarifa é fixa ou variável? Como relacionar o valor da tarifa e a utilização de um equipamento? Qual foi o gasto mensal médio encontrado por essa família? Como investigaram este consumo? Qual proposta para a redução dos gastos dessa família? Todos concordam que a proposta apresentada é alcançável e vantajosa? Algum grupo considera a sua proposta mais vantajosa para a família?

Por se tratar de um problema aberto, é possível que haja soluções distintas e corretas, que devem ser igualmente discutidas.

Por meio das discussões realizadas organize, juntamente com os estudantes, um registro coletivo, com as soluções para as questões apresentadas. Peça que retomem o registro da aula anterior e compare com o registro coletivo. Professor, promova reflexões para mediar este momento, tais como: quais diferenças entre os dois registros? O que foi acrescentado ou retirado do registro anterior?

4º aula

Objetivo: construir o conceito de energia elétrica ($E = P \cdot \Delta t$) e correlacioná-lo, ao conceito de resistência elétrica.

Para relembrar a situação problema, retome as soluções obtidas nas aulas anteriores para relacionar com os conceitos de potência, resistência e energia elétrica, pode ser utilizado o Simulador de Consumo², por meio de um notebook e um projetor. Outra possibilidade é retomar o registro dos estudantes como forma de consulta.

Questione: Como foi possível encontrar o consumo de energia elétrica de um aparelho da família? Quais foram os passos realizados por vocês?

Utilizando o simulador ou os registros realizados pelos estudantes, **formalize** que o cálculo da energia elétrica consumida (E) por um aparelho é proporcional a potência elétrica (P) e o tempo (Δt) de utilização, valendo a relação: $E = P \cdot \Delta t$. A unidade de medida da energia elétrica é Wh, sendo utilizado uma variação nas contas energéticas kWh = 1000Wh.

Com o simulador ou com os registros, sugerimos que faça um ou dois exemplos. Com o auxílio do simulador, mostre aos estudantes a potência de alguns equipamentos.

Questione: Quais aparelhos consomem mais energia? E quais consomem menos energia? Alguém sabe explicar o motivo?

Indicando com o simulador ou relembrando as pesquisas realizadas pelos estudantes, **formalize** que alguns aparelhos consomem mais energia que outros, rádios, liquidificadores e TV consomem menos que chuveiro e ferro elétrico. Isso porque, conforme já estudado anteriormente, a potência pode ser escrita em função da resistência [$P = R \cdot i^2$], logo, se $E = P \cdot \Delta t$, então, $E = R \cdot i^2 \cdot \Delta t$. A energia elétrica consumida depende da resistência do material. Para exemplificar utilizando o chuveiro do simulador, considerando a corrente como 22A.

² Disponível em: <https://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br/>

Quantidade	Descrição	Uso diário	KWh/Mês
1	Chuveiro Elétrico	1 hora	165,00

Os estudantes podem ser convidados a buscar resolver este exemplo.

$$E = R \cdot i^2 \cdot \Delta t \rightarrow 165 \text{ kWh} = R \cdot 22^2 \cdot 30 \rightarrow 165 \text{ kWh} = 14520R \rightarrow R = 165000 \text{ Wh} / 14520 \rightarrow R = 11,3 \Omega$$

Problematizando os exercícios

Professor, uma possibilidade para manter o estudante como protagonista de seu processo de aprendizagem são problemas com lacunas. Estes problemas são caracterizados pela ausência de informações relevantes, como os dados numéricos, unidades de medidas, palavras-chave, entre outros e só podem ser resolvidos, se o estudante completar as lacunas. Estes tipos de problemas implicam que cada estudante terá uma resposta diferente e por isso, é importante, que você, professor, faça a correção de maneira crítica e dialogada, buscando ressaltar o processo realizado pelos estudantes e a coerência dos dados preenchidos.

Algumas situações problema³ com lacuna, pertinentes para esta atividade:

1 - Em uma casa, verificou-se que uma lâmpada incandescente com potência de _____ consumia no final do mês _____. Sabe-se que ela fica ligada, cerca de _____ por dia, e que a tarifa da CEMIG é _____. Qual o gasto que esta lâmpada gera mensalmente?

Para solucionar o problema, complete as lacunas com os dados que julgar coerentes

14,4 Kwh 8 h 160 Kwh 60w 40 h 80w

2 – Uma família, composta por 5 pessoa, utilizava um chuveiro de _____ de potência por ____ horas por dia durante um mês. Pretendendo economizar, optaram por um

³ As situações problema 1 e 2 são exercícios adaptados do site:

<https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-consumo-energia-eletrica.htm>

chuveiro _____, qual foi a diferença de consumo de energia elétrica, em quilowatt-hora, sabendo que reduziram em $\frac{2}{3}$ o tempo gasto no banho?

Para solucionar o problema, complete as lacunas com os dados que julgar coerentes

5500w 3 h 12w 2400w 25 h 1786780w

3 - A tabela a seguir mostra os principais eletrodomésticos e suas quantidades em uma residência com quatro pessoas, a potência elétrica de cada equipamento e o tempo mensal de funcionamento em horas, com algumas lacunas a serem completadas. Supondo que a companhia de energia elétrica cobre R\$ _____ por cada KWh consumido, determine o custo mensal da energia elétrica para essa residência.

Aparelho	Quantidade	Potência (W)	Tempo mensal de uso em horas
Chuveiro	1	6800	
Celular	4		
Geladeira	1	550	
Lâmpadas		60	
Computador		250	



Professor, os problemas propostos fogem da tradicional lista de exercícios, no entanto, se bem explorados possuem alto potencial, pois o estudante continua desenvolvendo habilidades de leitura, interpretação, compreensão de textos e de fenômenos físicos. Além disso, consideramos importante a valorização dos exercícios por meio da correção a ser realizada de maneira crítica e dialogada. Sugerimos também que, em algumas ocasiões, a correção seja efetuada além da lousa: pela troca dos registros entre os estudantes. Pela nossa experiência docente, consideramos que os estudantes podem incentivar seus pares desde a organização do caderno à valorização do raciocínio correto.

Quem somos

Leonardo Batista Neto



Licenciado em Física pela Universidade Federal de Uberlândia - INFIS / UFU e mestre pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECM / UFU. Atualmente é professor de Física da Educação Básica.

Vladimir Marim



Bacharel e Licenciado em Matemática, Pedagogo, Psicopedagogo, mestre e doutor em Educação e Currículo pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Pós-Doutor em Políticas Públicas de Formação Docente realizado pela Universidade Autônoma de Madrid (UAM). Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal (ICENP) curso de Matemática.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação**: problematizando as atividades em sala de aula. In: _____. Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org.). São Paulo. Pioneira Thomson, p. 19-33, 2006.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (2002). **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso em: 12 jun 2020.

DUHALDE, M. E., & CUBERES, M. T. G. **Encuentros cercanos con la matemática**. Aique Grupo Editor, 2007.

MARIM, V & MANSO, J. **A formação inicial do professor de educação básica no Brasil e na Espanha**. Editora Fahren House. Madrid, Espanha, 2018. Capítulo 2, p. 33 a 51. Disponível em: <http://www.fahrenheit.com/omp/index.php/fh/catalog/book/26>. Acesso em: 10 jan 2020.

MARIM, V. **Formação Continuada do Professor que Ensina Matemática nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental**: um estudo a partir da produção acadêmico-científica brasileira (2003 - 2007). 2011. 217 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

ONUCHIC, L. De La R. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. (Org.) **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 199-218. Disponível em: <http://im.ufrj.br/~nedir/disciplinas-Pagina/Lourdes_Onuchic_Resol_Problemas.pdf>. Acesso: 12 mar 2020.

ONUCHIC, L. De La R; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Boletim de Educação Matemática**, vol. 25, núm. 41, dez, 2011, pp. 73-98 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Rio Claro, Brasil. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2912/291223514005.pdf>>. Acesso em: 03 jun 2020.

PAULA, G. A. de; CHARRET, H. C; BORGES, M. **Resolução Experimental de Problemas uma proposta para o desenvolvimento do olhar crítico dos estudantes**, Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEF). 2015.

SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez. **Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática**. Artmed Editora, 2009.

Apêndice

Folhas de Consulta

Aparelhos Elétricos	Potência Média Watts
ABRIDOR/AFIADOR	135
AFIADOR DE FACAS	20
APARELHO DE SOM 3 EM 1	80
APARELHO DE SOM PEQUENO	20
AQUECEDOR DE AMBIENTE	1550
AQUECEDOR DE MAMADEIRA	100
AR-CONDICIONADO 7.500 BTU	1000
AR-CONDICIONADO 10.000 BTU	1350
AR-CONDICIONADO 12.000 BTU	1450
AR-CONDICIONADO 15.000 BTU	2000
AR-CONDICIONADO 18.000 BTU	2100
ASPIRADOR DE PÓ	100
BARBEADOR/DEPILADOR/MASSAGEADOR	10
BATEDEIRA	120
BOILER 50 e 60 L	1500
BOILER 100 L	2030
BOILER 200 a 500 L	3000
BOMBA D'ÁGUA 1/4 CV	335
BOMBA D'ÁGUA 1/2 CV	613
BOMBA D'ÁGUA 3/4 CV	849
BOMBA D'ÁGUA 1 CV	1051
BOMBA AQUÁRIO GRANDE	10
BOMBA AQUÁRIO PEQUENO	5
CAFETEIRA ELÉTRICA	600
CHURRASQUEIRA	3800
CHUVEIRO ELÉTRICO	3500
CIRCULADOR AR GRANDE	200
CIRCULADOR AR PEQUENO/MÉDIO	90
COMPUTADOR/ IMPRESSORA/ ESTABILIZADOR	180
CORTADOR DE GRAMA GRANDE	1140
CORTADOR DE GRAMA PEQUENO	500
ENCERADEIRA	500
ESCOVA DE DENTES ELÉTRICA	50
ESPREMEDOR DE FRUTAS	65
EXAUSTOR FOGÃO	170
EXAUSTOR PAREDE	110
FACA ELÉTRICA	220

FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO	1000
FOGÃO COMUM	60
FOGÃO ELÉTRICO 4 CHAPAS	9120
FORNO À RESISTÊNCIA GRANDE	1500
FORNO À RESISTÊNCIA PEQUENO	800
FORNO MICROONDAS	1200
FREEZER VERTICAL/HORIZONTAL	130
FRIGOBAR	70
FRITADEIRA ELÉTRICA	1000
GELADEIRA 1 PORTA	90
GELADEIRA 2 PORTAS	130
GRILL	900
IOGURTEIRA	26
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 11W	11
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 15 W	15
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 23 W	23
LÂMPADA INCANDESCENTE - 40 W	40
LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W	60
LÂMPADA INCANDESCENTE -100 W	100
LAVADORA DE LOUÇAS	1500
LAVADORA DE ROUPAS	500
LIQUIDIFICADOR	300
MÁQUINA DE COSTURA	100
MÁQUINA DE FURAR	350
MICROCOMPUTADOR	120
MOEDOR DE CARNES	320
MULTIPROCESSADOR	420
NEBULIZADOR	40
OZONIZADOR	100
PANELA ELÉTRICA	1100
PIPOQUEIRA	1100
RÁDIO ELÉTRICO GRANDE	45
RÁDIO ELÉTRICO PEQUENO	10
RÁDIO RELÓGIO	5
SAUNA	5000
SECADOR DE CABELO GRANDE	1400
SECADOR DE CABELOS PEQUENO	600
SECADORA DE ROUPA GRANDE	3500
SECADORA DE ROUPA PEQUENA	1000
SECRETÁRIA ELETRÔNICA	20
SORVETEIRA	15

TORNEIRA ELÉTRICA	3500
TORRADEIRA	800
TV EM CORES - 14"	60
TV EM CORES - 18"	70
TV EM CORES - 20"	90
TV EM CORES - 29"	110
TV EM PRETO E BRANCO	40
TV PORTÁTIL	40
VENTILADOR DE TETO	120
VENTILADOR PEQUENO	65
VÍDEOCASSETE	10
VÍDEOGAME	15