



## SEQUÊNCIA DE ENSINO SOBRE ENTALPIA E AS LEIS DA TERMODINÂMICA: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR NO ENSINO MÉDIO

Michele M. P. Carneiro<sup>1</sup>; Lana P. Souza<sup>2</sup>; Cristiana M. S. Silva<sup>3</sup>; José W. M. Menezes<sup>4</sup>;  
Mairton C. Romeu<sup>5</sup>

<sup>1</sup> [michele.paulino02@aluno.ifce.edu.br](mailto:michele.paulino02@aluno.ifce.edu.br); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>2</sup> [lanapriscolasouza@yahoo.com.br](mailto:lanapriscolasouza@yahoo.com.br); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>3</sup> [cristiana.maria.santos68@aluno.ifce.edu.br](mailto:cristiana.maria.santos68@aluno.ifce.edu.br); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>4</sup> [wally@ifce.edu.br](mailto:wally@ifce.edu.br); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>5</sup> [mairtoncavalcante@ifce.edu.br](mailto:mairtoncavalcante@ifce.edu.br); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Fortaleza, Ceará, Brasil.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem Significativa, Química, UEPS

### Introdução

A aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel e ampliada por Marco Antonio Moreira, fundamenta-se na construção progressiva do conhecimento, partindo de conceitos prévios e estruturando novos saberes de forma a estabelecer relações claras entre eles. Segundo Ausubel (2000), a integração de novos conceitos ao que os alunos já sabem promove uma compreensão mais profunda e duradoura, ao contrário da simples memorização. Já para Moreira (2011), o ensino deve ser estruturado em unidades que considerem os conhecimentos prévios e organizadores prévios para facilitar a aprendizagem.

A interdisciplinaridade entre Física e Química no contexto escolar é essencial para a compreensão dos fenômenos naturais de maneira integrada, especialmente ao se tratar de temas como as Leis da Termodinâmica e Entalpia. No Ensino Médio, a separação das áreas muitas vezes dificulta a construção de uma visão unificada e profunda sobre esses conceitos, gerando uma compreensão fragmentada dos conteúdos.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, a interdisciplinaridade é destacada como um princípio essencial nas áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, abrangendo tanto a Física quanto a Química. Essa integração busca proporcionar ao aluno uma visão mais ampla e coesa dos fenômenos naturais, incentivando o desenvolvimento de habilidades para resolver problemas complexos e aplicar o conhecimento em diferentes contextos (BRASIL, 2018).

Conforme ressaltado no PCN+, "é por essa razão, ou seja, porque se aprende e se percebe o aprendido apenas em situações reais, que, numa abordagem por competências, o contexto e a interdisciplinaridade são essenciais" (BRASIL, 2002, p. 14). Além disso, "na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista" (BRASIL, 2000, p. 21). Esse enfoque permite que o aluno aprofunde seu entendimento sobre um conceito

de forma mais integrada, favorecendo a transferência de conhecimentos e o desenvolvimento de competências que são essenciais tanto para a vida acadêmica quanto para a atuação no mundo real.

Nesse sentido, a presente proposta visa integrar os conceitos de Química e Física, proporcionando uma compreensão interdisciplinar do conceito de Entalpia e as Leis da Termodinâmica. Para isso pretende-se desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Moreira (2011), a qual visa a proporcionar uma aprendizagem significativa, partindo dos conhecimentos prévios dos alunos e construindo de maneira progressiva o conhecimento científico. O objetivo da proposta é contribuir para uma compreensão integrada dos conceitos discutidos. Além disso, pretende-se promover a utilização de diferentes recursos, como: experimentos, simulações e atividades colaborativas, assegurando uma participação ativa no processo de aprendizagem.

### Material e Métodos

A sequência didática foi elaborada conforme as etapas propostas por Moreira (2011) para a estruturação de uma UEPS. As etapas seguidas foram:

- 1. Definir o tópico de ensino:** escolher um subtópico específico e identificar os conceitos declarativos (fatos e informações) e procedimentais (habilidades e processos) a serem trabalhados no contexto da disciplina.
- 2. Externalizar os conhecimentos prévios:** criar atividades que permitam aos alunos expressarem seus conhecimentos prévios sobre o tema. Essas atividades podem incluir questionários, mapas conceituais ou discussões, permitindo que o professor identifique o que os alunos já sabem e onde há lacunas a serem preenchidas.
- 3. Propor situações-problema introdutórias:** apresentar problemas simples e próximos da realidade do aluno, que ajudem a introduzir o conteúdo. Esses problemas servem como organizadores prévios, preparando o terreno para o aprendizado de novos conceitos. Eles podem ser abordados por meio de simulações, vídeos, ou exemplos do cotidiano.
- 4. Apresentar o conteúdo:** introduzir os novos conhecimentos de forma progressiva, começando pelos conceitos mais gerais. Isso pode ser feito através de uma exposição oral, seguida de atividades colaborativas em pequenos grupos, incentivando a discussão e negociação de significados entre os alunos.
- 5. Promover a reconciliação integradora:** reforçar os conceitos centrais da unidade, aprofundando a complexidade das situações-problema apresentadas. Atividades como a construção de mapas conceituais, experimentos ou resolução de problemas em grupo ajudam a integrar e organizar os novos conhecimentos com os já existentes.
- 6. Diferenciação progressiva:** revisar o conteúdo principal da unidade, mas com uma abordagem mais complexa e integradora. Apresentar novos problemas ou exemplos, comparando-os com os já trabalhados, promovendo a compreensão mais profunda e a integração dos conceitos. A mediação do professor é essencial para guiar as discussões.
- 7. Avaliação formativa e somativa:** avaliar continuamente o progresso dos alunos durante a UEPS, por meio de tarefas colaborativas e registros do professor. Ao final,

uma avaliação somativa individual será aplicada, testando a compreensão dos conceitos e a capacidade de aplicar o conhecimento para resolver problemas mais complexos.

**8. Evidências de aprendizagem significativa:** a UEPS será considerada bem-sucedida se a avaliação mostrar evidências de que os alunos adquiriram uma compreensão significativa dos conceitos, demonstrando capacidade de explicar e aplicar o conhecimento em novos contextos. A ênfase está nas evidências de progresso ao longo do processo, não apenas no resultado final.

## Resultados e Discussão

A sequência didática está estruturada para abordar de maneira interdisciplinar os conceitos de Química e Física, utilizando diferentes estratégias pedagógicas para promover a aprendizagem significativa. A seguir, no Quadro 1, são descritas as etapas da sequência:

**Quadro 1** - Etapas da UEPS de Entalpia e Leis da Termodinâmica

Etapa	Descrição	Atividade	Duração
1	Definir o tópico e identificar aspectos declarativos e procedimentais	Tópico: Entalpia e as Leis da Termodinâmica: explicando reações exotérmicas e endotérmicas. Aspectos declarativos: Primeira e segunda Leis da Termodinâmica, Entalpia, Reações exotérmicas e endotérmicas. Aspectos procedimentais: Realização de experimentos, uso de simulações digitais, resolução de problemas práticos.	-
2	Externalizar o conhecimento prévio dos alunos	Atividade inicial com perguntas relacionadas ao que os alunos já sabem sobre calor, energia e reações químicas.	1h/a
3	Situações-problema introdutórias para preparar o terreno	Proponha uma situação comum, como preparar uma bebida gelada, onde os alunos devem adicionar cubos de gelo a uma bebida que ainda está quente. O objetivo é entender como a troca de calor entre o gelo e o líquido ocorre e como isso se relaciona com as Leis da Termodinâmica.	1h/a
4	Introdução do conhecimento declarativo/procedimental	Explanação sobre as Leis da Termodinâmica; introduzir o conceito de Entalpia ( $\Delta H$ ) e seu papel nas reações químicas; relacionar as equações da Termodinâmica com os cálculos de Entalpia em reações químicas. Atividade colaborativa: Os alunos devem trabalhar em pequenos grupos para criar mapas conceituais sobre o tema da aula, e ao final cada grupo apresenta o mapa para a turma.	2h/a
5	Reconciliação integradora e aumento da complexidade	Nova apresentação: Retomar os conceitos apresentados e aprofundar o entendimento dos alunos sobre as Leis da	2h/a

		<p>Termodinâmica e o conceito de Entalpia. Utilizar simulações <i>PhET</i>.</p> <p>Atividade colaborativa: Realização de dois experimentos de baixo custo.</p> <p>Reação Exotérmica: Dissolução de hidróxido de sódio (NaOH) em água;</p> <p>Reação Endotérmica: Mistura de cloreto de amônio (NH<sub>4</sub>Cl) com água.</p>	
6	Conclusão da unidade	<p>Perspectiva integradora: concluir o conteúdo por meio de uma revisão dos conceitos, retomando os aspectos mais relevantes.</p> <p>Atividade colaborativa: situações-problema mais complexas que envolvam a análise de sistemas térmicos em contextos do cotidiano, como a eficiência de um refrigerador, a comparação de diferentes combustíveis em termos de entalpia de combustão, ou a avaliação de processos industriais que utilizam reações endotérmicas e exotérmicas.</p>	2h/a
7	Avaliação formativa e somativa	<p>Avaliação contínua: Durante o desenvolvimento das atividades, o professor faz registros das interações em grupo e da participação nas discussões, além de avaliar os mapas conceituais e as resoluções de problemas.</p> <p>Avaliação somativa: Aplicação de <i>Quiz online</i> que permita um <i>feedback</i> imediato. Propor um teste final com questões que demandem uma compreensão profunda dos conteúdos, demonstrando a capacidade dos alunos de transferir e aplicar conhecimentos em novas situações.</p>	2h/a
8	Avaliação da aprendizagem significativa	<p>Evidências de aprendizagem significativa: O sucesso da UEPS será avaliado pela capacidade dos alunos em explicar, aplicar e transferir os conhecimentos adquiridos.</p>	-

Fonte: os autores

Para a ativação do conhecimento prévio, pode-se iniciar a sequência com perguntas que explorem as concepções dos alunos sobre calor, energia e reações químicas. Isso ajuda a conectar o conhecimento que eles já possuem com os novos conceitos a serem introduzidos. Alguns exemplos de perguntas estão no Quadro 2, a seguir.

#### Quadro 2 – Perguntas para externalização dos conhecimentos prévios

<b>Calor e energia</b>
<p><i>O que vocês entendem por calor? Como ele é transferido entre os objetos?</i></p> <p><i>Vocês conseguem dar exemplos de situações em que perceberam transferência de calor no cotidiano?</i></p>



### Reações químicas

*O que são reações químicas? Vocês já observaram reações acontecendo, como a queima de combustível ou a mistura de produtos de limpeza?*

### Reações exotérmicas e endotérmicas

*Vocês já perceberam que algumas reações liberam calor e outras absorvem?  
Por exemplo, o que acontece quando acendemos uma vela ou usamos um pacote de aquecedor de mãos? Isso libera ou absorve calor?  
E quando dissolvemos sal em água? A água esquenta ou esfria?*

Fonte: os autores

Após as perguntas, abra uma discussão sobre reações químicas que liberam ou absorvem calor. Estimule os alunos a compartilhar experiências cotidianas relacionadas a reações exotérmicas, como: combustão (por exemplo, uma fogueira, o funcionamento de um carro), queima de fogos de artifício, reações com aquecedores de mãos. E exemplos de reações endotérmicas, como: dissolução de substâncias como cloreto de amônio em água, processo de cozinhar alimentos como o cozimento de ovo ou macarrão, entre outros. Essa fase prepara os alunos para entenderem, de maneira intuitiva, o que é uma reação exotérmica ou endotérmica, conectando os conceitos abstratos às suas experiências cotidianas.

Em seguida, será apresentada a seguinte situação problema: O que acontece quando misturamos gelo em uma bebida quente para resfriá-la rapidamente? Proponha que os alunos testem essa situação na prática em sala de aula: dê a eles bebidas quentes e cubos de gelo e peça que observem a variação de temperatura ao longo do tempo. Eles podem medir a temperatura da bebida antes e depois da adição do gelo, anotando os dados para interpretar a troca de calor.

Conclua discutindo a energia necessária para derreter o gelo e a ideia de que, nesse processo, ocorre uma absorção de calor que resfria o líquido. Essa situação envolve a compreensão dos conceitos de troca de calor, Entalpia e as Leis da Termodinâmica. No Quadro 3, apresentam-se algumas questões a serem realizadas durante essa prática.

### Quadro 3 - questões para reflexão da prática 1

1. *Por que o gelo faz a bebida esfriar?*
2. *O que acontece com o gelo ao longo do tempo? Para onde vai a energia que estava no líquido quente?*
3. *Se o gelo absorve calor, ele está ganhando ou perdendo energia?*
4. *Qual a diferença entre um processo natural (como o derretimento do gelo) e uma reação que libera calor, como a queima de combustível?*

Fonte: os autores

Após a apresentação do problema e a discussão sobre as trocas de calor, pode-se seguir com a apresentação do conteúdo, de acordo com a etapa 4. Onde deve-se levar em conta a diferenciação progressiva, partindo dos aspectos mais gerais para os mais específicos. Os conteúdos apresentados serão as Leis da Termodinâmica e o conceito de entalpia.

Logo após, propõe-se uma atividade colaborativa que envolve a criação de um mapa conceitual em grupos de 4 a 6 alunos. Cada grupo pesquisa um tópico específico, como a Primeira Lei da Termodinâmica, a Segunda Lei, o conceito de entalpia ou cálculos de entalpia em reações químicas. Após a pesquisa, eles elaboram um mapa que conecta os conceitos e inclui exemplos práticos. Em seguida, cada grupo apresenta seu mapa para a turma, explicando

as relações entre os conceitos. A atividade termina com uma discussão em grupo para comparar os mapas e refinar o entendimento dos temas abordados, promovendo uma compreensão integrada dos conteúdos.

Na etapa 5, após a apresentação do conteúdo em um nível mais avançado, os alunos podem trabalhar em grupos para explorar as simulações do *PhET*, usando-as para visualizar e simular os conceitos discutidos. Dentre as simulações estão: “formas de energia e transformações” e “estados da matéria”. Essa abordagem prática reforçará o entendimento e permitirá que os alunos experimentem virtualmente os princípios da Termodinâmica antes de realizar os experimentos físicos. Logo após, os alunos participarão da realização de dois experimentos de baixo custo que exemplificam reações exotérmicas e endotérmicas, promovendo a reconciliação integradora dos conceitos. Para a reação exotérmica, os alunos dissolverão hidróxido de sódio (NaOH) em água, medindo a elevação da temperatura da solução. Essa atividade permitirá que eles relacionem o aumento da temperatura com a liberação de calor para o meio, evidenciando a perda de energia.

Em contraste, na reação endotérmica, os alunos misturarão cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) com água, observando a queda de temperatura da solução. Durante esse experimento, eles perceberão como o sistema ganha calor do ambiente, resultando em uma diminuição da temperatura. Os alunos serão incentivados a coletar dados e interpretar as variações de temperatura como indicativos da troca de calor entre o sistema e o meio, promovendo uma compreensão prática dos conceitos de entalpia e das leis da termodinâmica. Essa abordagem prática não apenas reforça o conhecimento teórico, mas também estimula a análise crítica e a aplicação dos conceitos em situações do cotidiano.

Concluindo a unidade, realizar uma nova apresentação do conteúdo, por meio de uma revisão dos conceitos, a qual pode ser realizada com uma breve exposição oral ou leitura de um texto que sintetize os principais aprendizados, utilizando recursos audiovisuais para enriquecer a apresentação. Também deve-se considerar o processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém buscando a reconciliação integrativa.

Em seguida, proponha novas situações-problema mais complexas, como a análise da eficiência de um refrigerador ou a comparação de combustíveis em relação à entalpia de combustão. Os alunos serão divididos em grupos para trabalhar colaborativamente na resolução dessas situações, discutindo e aplicando os conhecimentos adquiridos. Após a resolução, cada grupo apresentará suas conclusões em uma discussão em grande grupo, com a mediação do docente para incentivar a reflexão crítica. A seguir estão algumas sugestões de situações-problema formuladas para desafiar os alunos a aplicar os conhecimentos adquiridos em um nível mais complexo:

#### Quadro 4 – Situações-problema da etapa 6

**Situação-Problema 1:** Um refrigerador comum consome 150 kWh de energia elétrica por mês. Sabendo que ele funciona de acordo com as leis da termodinâmica, calcule a quantidade de calor que ele remove do interior (em kcal) durante esse período. Em seguida, discuta com sua equipe quais fatores podem afetar a eficiência desse refrigerador e como a melhoria de seu design poderia reduzir o consumo de energia.

**Situação-Problema 2:** Considere três combustíveis comuns: etanol, gasolina e diesel. Pesquise e compare a entalpia de combustão (em kJ/mol) de cada um desses combustíveis. Com base nos dados coletados, discuta em grupo qual combustível seria mais eficiente para uso em um motor a combustão interna. Considere fatores como a produção de calor, emissões de gases poluentes e a sustentabilidade.

**Situação-Problema 3:** Em uma indústria de produção de açúcar, o processo de purificação utiliza a dissolução de cal em água e, em seguida, a evaporação da água. Analise as reações envolvidas nesse processo em termos de endotermia e exotermia. Que tipo de energia é trocada durante a dissolução e a evaporação? Como a eficiência do processo pode ser otimizada para reduzir custos e aumentar a produtividade?

Fonte: os autores

Ao final da unidade, após a sexta etapa, será aplicada uma avaliação somativa individual. Esta avaliação consistirá em questões que demandem a compreensão profunda dos conteúdos, demonstrando a capacidade dos alunos de transferir e aplicar conhecimentos em novas situações. Além disso, durante as atividades práticas e discussões em sala, ao longo da UEPS, o professor registrará observações qualitativas sobre a participação dos alunos. Isso inclui o engajamento nas atividades em grupo, a capacidade de trabalhar colaborativamente e a efetividade na aplicação dos conceitos discutidos. Também pode-se aplicar um *quiz* dinâmico e interativo, utilizando plataformas como *Kahoot* ou *Plickers*, permitindo que os alunos revisem os conceitos de forma lúdica e competitiva, ao mesmo tempo que avaliam seu conhecimento.

Segundo Moreira (2011), a UEPS será considerada bem-sucedida apenas se a avaliação do desempenho dos alunos apresentar indícios de aprendizagem significativa, como a capacidade de captar significados, compreender, explicar e aplicar o conhecimento na resolução de situações-problema.

### Conclusões

A proposta de sequência de ensino sobre Entalpia e as Leis da Termodinâmica, fundamentada na abordagem interdisciplinar entre Química e Física, busca promover uma aprendizagem significativa para os alunos do Ensino Médio. A integração de experimentos, simulações e atividades colaborativas, alinhada aos princípios da UEPS, proporciona uma compreensão profunda e prática dos conceitos. Essa abordagem não apenas facilita a construção do conhecimento de forma progressiva, mas também promove a aplicação desse conhecimento em situações cotidianas, contribuindo para o desenvolvimento de competências essenciais. Pretende-se aplicar essa sequência didática em sala de aula, com o intuito de verificar sua efetividade na construção progressiva do conhecimento e na aplicação desses conceitos em situações cotidianas, contribuindo assim para o desenvolvimento de competências essenciais.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### Referências

AUSUBEL, D. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos:** Uma Perspectiva Cognitiva. Paralelo Editora, LDA, Lisboa. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view- Kluwer Academic Publishers, 2000.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Educação é a Base.** Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2024.



63º Congresso Brasileiro de Química  
**05 a 08 de novembro de 2024**  
Salvador - BA

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**. Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2000.  
Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/pcn\\_ensmedio.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/pcn_ensmedio.pdf). Acesso em: 20 set. 2024.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.