



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISISONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**

ANTÔNIO VICTTOR ALVES DE QUEIROZ

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
TERMOQUÍMICA**

RECIFE

2024

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

É com imenso prazer que apresentamos esta proposta de Sequência Didática (SD) como produto de uma dissertação de mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Neste trabalho, você encontrará uma estratégia de ensino pautada pela metodologia ativa *Peer Instruction* (PI), que poderá auxiliá-lo no ensino dos conceitos mais importantes de Termoquímica.

A SD tem seis aulas que poderão ser desenvolvidas em quatro encontros (se as aulas forem separadas), ou dois encontros (caso as aulas sejam geminadas) cada um deles com 50 minutos para cada período. Lembre-se que as aulas poderão (e deverão) ser adaptadas conforme o seu grupo de estudantes do Ensino Médio e a sua realidade de sala de aula. As atividades nesta SD são simples e de fácil aplicação, norteadas sendo destinado ao professor o papel de organizar, orientar e auxiliar os estudantes durante cada etapa.

Destinamos a aplicação desta SD para turmas do segundo ano do Ensino Médio e apresenta em sua estrutura os seguintes conceitos: calor e temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos e entalpia e variação de entalpia. Esperamos que esta SD possa contribuir e enriquecer sua prática docente, de modo que seus alunos tenham suas dúvidas esclarecidas sobre os conceitos relacionados a Termoquímica.

SUMÁRIO

CONHECENDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION.....	4
CONHECENDO O APLICATIVO <i>PLICKERS</i>	6
AULA 1: CONCEITOS PRÉVIOS RELACIONADOS A CALOR E TEMPERATURA	10
AULA 2 – ESTUDO DA TERMOQUÍMICA	14
MATERIAIS DE APOIO	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19

CONHECENDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION

Peer Instruction (ou Instrução por Pares, em português) é uma metodologia de ensino interativa desenvolvida por Eric Mazur na década de 1990, inicialmente aplicada em cursos de física na Universidade de Harvard. Essa abordagem tem como objetivo promover uma aprendizagem ativa e profunda, incentivando os alunos a se envolverem mais intensamente no processo de aprendizagem. Mazur (1997) pautava suas ideias nos seguintes pontos:

- 1. Pré-leitura:** Antes da aula, os alunos deverão ser instruídos a ler o material relacionado ao tema que será abordado, de modo a prepara-los para participarem ativamente da aula.
- 2. Questões Conceituais:** Durante a aula, o professor fará breves explicações do conteúdo para que, em seguida, aplique os chamados Testes Conceituais (TC). Essas questões devem ser pensadas para testar o nível de compreensão dos estudantes sobre determinado conceito. Além disso, devem apresentar um nível de dificuldade adequado para a aula, não sendo nem muito fácil, nem tão difícil a ponto de desmotivar o estudante de participar da atividade.
- 3. Resposta individual:** Os alunos respondem individualmente às questões usando um sistema de votação (como *clickers*, aplicativos de celular, ou cartões de resposta). Essa etapa permite ao professor avaliar o nível de compreensão dos alunos. Nesta SD, utilizamos o aplicativo *Plickers* como instrumento de coleta das respostas dos alunos.
- 4. Discussão entre os colegas:** Após a resposta individual, os alunos são incentivados a discutir suas respostas com seus colegas, formando pequenos grupos ou pares. Essa discussão permite que os alunos expliquem seus raciocínios uns aos outros, promovendo uma maior compreensão dos conceitos.
- 5. Resposta Revisada:** Após a discussão, os alunos respondem novamente à mesma questão. Geralmente, a taxa de acerto aumenta significativamente

nesta segunda resposta, indicando que a discussão em pares ajudou a clarificar os conceitos.

6. Feedback e Explicação: O professor revisa as respostas e fornece *feedback* imediato, abordando as respostas corretas e explicando os conceitos em mais detalhes, se necessário.

7. Ciclo Repetitivo: Esse processo é repetido ao longo da aula, cobrindo diferentes conceitos e questões.

A metodologia *Peer Instruction* incentiva os alunos a participarem de maneira ativa do processo de aprendizagem, ao invés de serem apenas receptores das informações transmitidas pelo professor. Por meio da discussão com os seus colegas, os alunos poderão desenvolver habilidades de comunicação, argumentação e raciocínio lógico podem superar mal-entendidos e consolidar sua compreensão dos conceitos, aprendendo a exporem suas ideias de maneira clara e concisa, considerando os mais variados pontos de vista.

A interação frequente e a necessidade de explicar os conceitos aos colegas mantêm os alunos mais engajados durante as aulas. Esse engajamento contínuo pode levar a uma melhor retenção de informações, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz. Além disso, a estratégia possui um *feedback* imediato, tanto para o aluno, assim como para o professor. Os alunos recebem uma indicação imediata sobre sua compreensão dos conceitos, enquanto os professores podem identificar áreas onde os alunos estão tendo dificuldades e ajustar suas abordagens de ensino em tempo real.

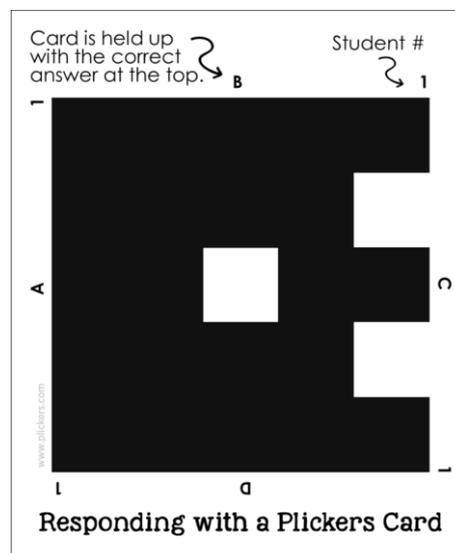
A metodologia *Peer Instruction* promove um ambiente de aprendizagem colaborativo onde todos os alunos têm a oportunidade de participar e contribuir. Isso pode ser especialmente benéfico para alunos que podem ser mais tímidos ou relutantes em falar em um ambiente tradicional de sala de aula. Essa abordagem tem sido amplamente adotada em diversas disciplinas e contextos educacionais, mostrando-se eficaz em melhorar o aprendizado e o engajamento dos alunos.

CONHECENDO O APLICATIVO *PLICKERS*

Plickers é um aplicativo de avaliação formativa que permite aos professores coletar respostas em tempo real de seus alunos sem a necessidade de dispositivos individuais como *clickers* eletrônicos ou *smartphones*. Esses dados são úteis para identificar dificuldades, tendências, estratégias de personalização do ensino, para adotar como critérios de avaliação dentre outros. Além disso, os alunos têm participação ativa no processo, pois informam suas respostas sabendo instantaneamente como foi o seu desempenho. Abaixo, algumas características do *Plickers* estão destacadas:

- **Cartões *Plickers*:** Os professores distribuem cartões de papel exclusivos para cada aluno. Cada cartão possui um código QR específico que representa diferentes opções de resposta (A, B, C, D). Observe a imagem a seguir:

Figura 1: Exemplo de um Cartão *Plickers*.



Fonte: www.plickers.com.

- **Aplicativo Móvel:** O professor usa o aplicativo *Plickers* em um smartphone ou tablet para escanear os cartões dos alunos. O aplicativo reconhece os códigos QR e registra as respostas.

Figura 2 - Plickers no Google Play Store.



Fonte: Google Play Store.

- **Feedback Imediato:** O *Plickers* fornece *feedback* imediato ao professor, mostrando quais alunos responderam corretamente e quais não responderam. Isso permite que o professor ajuste o ensino em tempo real.
- **Relatórios e Análise de Dados:** O aplicativo armazena os dados das respostas, permitindo que o professor analise o desempenho dos alunos ao longo do tempo e identifique áreas onde podem haver dificuldades.

O *Plickers* oferece uma série de benefícios significativos para a sala de aula. Um dos principais é a acessibilidade, pois não exige que os alunos possuam dispositivos eletrônicos. Isso torna o *Plickers* uma ferramenta inclusiva, ideal para ambientes onde o acesso à tecnologia é limitado. Além disso, ao permitir a participação ativa dos alunos nas avaliações, o *Plickers* aumenta o engajamento e a motivação, contribuindo para uma experiência de aprendizado mais dinâmica e envolvente.

A facilidade de uso é outra vantagem importante. O processo de configuração e utilização do *Plickers* é simples e direto, permitindo que os professores o integrem facilmente em suas aulas sem necessidade de treinamento extenso ou recursos

adicionais. Essa simplicidade é particularmente benéfica para avaliações formativas, onde a coleta rápida e eficiente de dados é crucial para monitorar o progresso dos alunos e ajustar a instrução conforme necessário.

Outro benefício significativo é o *feedback* imediato fornecido pelo *Plickers*. O aplicativo permite que os professores vejam instantaneamente quais alunos responderam corretamente e quais não responderam, possibilitando ajustes em tempo real na abordagem de ensino. Essa capacidade de adaptação rápida pode melhorar significativamente a eficácia do ensino e ajudar a garantir que todos os alunos compreendam o material.

Além disso, o *Plickers* promove a inclusão na sala de aula ao permitir que todos os alunos participem das avaliações, independentemente de terem ou não dispositivos caros. Isso contribui para um ambiente de aprendizado mais equitativo, onde todos têm a oportunidade de participar e demonstrar sua compreensão do material.

Utilizar o *Plickers* na sala de aula envolve alguns passos simples que vão desde a configuração inicial até a coleta e análise das respostas dos alunos. Aqui está um guia passo a passo:

1. Configuração inicial: criar uma conta

Para começar, precisamos acessar o site www.plickers.com. Para criar sua conta, existem duas opções (e ambas são super fáceis): Você poderá inserir, pelo modo tradicional, nome, sobrenome, *e-mail* e senha ou utilizando suas informações da conta *Google*. Depois de criar, pronto. Já pode iniciar a utilização.

2. Preparação:

- Imprimir os cartões *Plickers*: Faça o *download* e imprima os cartões *Plickers* a partir do site. Cada cartão possui um código QR único com diferentes opções de resposta (A, B, C, D).
- No site do *Plickers*, crie suas turmas e adicione os alunos. Isso permitirá associar cada cartão a um aluno específico.
- No site, crie as perguntas que você deseja fazer durante a aula. As perguntas podem ser de múltipla escolha ou verdadeiro/falso.

3. Durante a aula:

- Distribua os cartões *Plickers* aos alunos. Cada aluno deve receber um cartão específico que estará associado ao seu nome na plataforma;
- Use um projetor ou quadro branco para exibir as perguntas para toda a turma;
- Peça aos alunos que segurem seus cartões com a opção de resposta desejada (A, B, C ou D) voltada para cima.

4. Escaneamento das respostas:

- Abra o aplicativo *Plickers* em seu dispositivo móvel e selecione a turma correta;
- Use a câmera do seu dispositivo para escanear os cartões dos alunos. O aplicativo reconhecerá automaticamente os códigos QR e registrará as respostas;
- O aplicativo mostrará instantaneamente um resumo das respostas, permitindo que você veja quais alunos responderam corretamente e quais não responderam.

5. Análise e resultados:

- Discuta os resultados com a turma, explicando as respostas corretas e abordando quaisquer dúvidas ou mal-entendidos;
- No site do *Plickers*, você pode acessar relatórios detalhados sobre o desempenho dos alunos, permitindo identificar áreas onde os alunos estão tendo dificuldades;
- Use os dados coletados para ajustar suas estratégias de ensino e focar em áreas que necessitam de mais atenção.

Em resumo, o *Plickers* é uma ferramenta poderosa que combina acessibilidade, engajamento, facilidade de uso, feedback imediato e inclusão para melhorar a experiência de aprendizado tanto para alunos quanto para professores.

AULA 1: CONCEITOS PRÉVIOS RELACIONADOS A CALOR E TEMPERATURA

Tópicos relacionados ao calor e temperatura

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender o conceito de calor e temperatura;
- Identificar a diferença entre calor e temperatura;
- Compreender e diferenciar os processos endotérmicos e exotérmicos.

Desenvolvimento

1º momento: orientações para a realização da atividade (10 minutos)

Neste primeiro momento, o professor deverá pedir aos estudantes que se separem em duplas ou trios, de modo que o momento da discussão ocorra com mais fluidez. Em seguida, entregará os cartões *Plickers* para cada estudante. Como será a primeira vez que a ferramenta será utilizada, é importante que o professor explique como as respostas deverão ser sinalizadas pelos alunos. A resposta do aluno é dada a medida em que ele posiciona a letra que corresponde a alternativa correta para cima. Em seguida, o professor utiliza o aplicativo em seu *smartphone* ou *tablet* e fará a leitura das respostas sinalizadas pelos estudantes.

2º momento: aula expositiva dialogada (15 minutos)

Inicie a aula introduzindo os conceitos de calor e temperatura¹, destacando sua importância no cotidiano e em fenômenos naturais. Por exemplo, discuta como a temperatura afeta o clima e como o calor é transferido em diferentes situações e como ele influencia no estado físico das substâncias. Explique o conteúdo de forma clara e concisa, diferenciando que calor é “a energia transferida entre corpos devido à diferença de temperatura”, enquanto que temperatura é “a medida do grau de agitação das partículas em uma substância”. O professor poderá utilizar analogias do cotidiano, como a medida de temperatura corporal com um termômetro, ou a transferência de

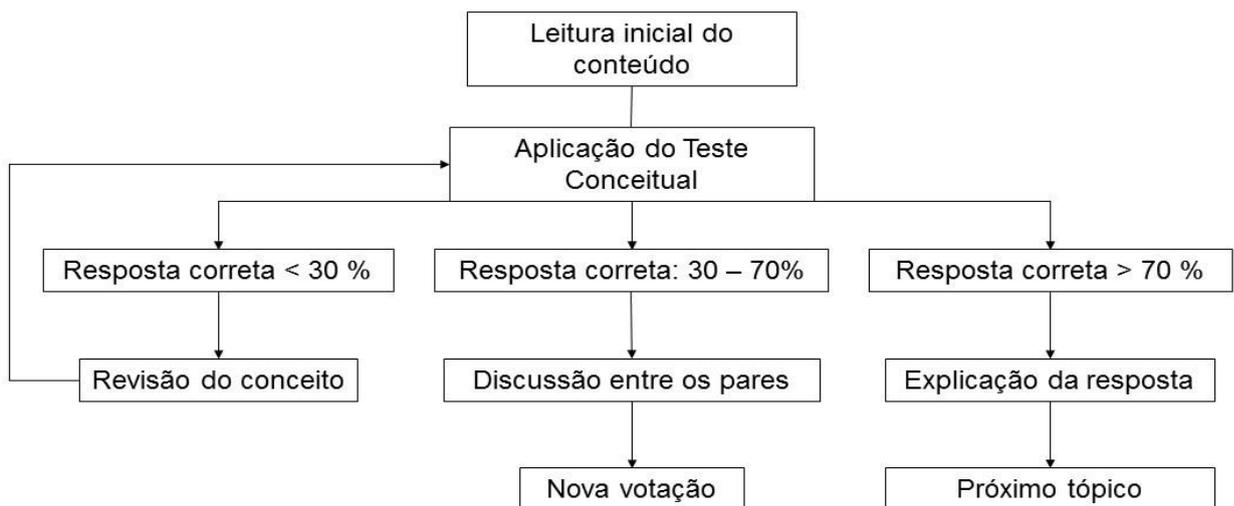
¹ Durante a explicação, é interessante que o professor estimule os alunos com perguntas pertinentes ao tema, para verificar a compreensão e promover a participação durante a atividade. Ex: “Qual é a diferença entre calor e temperatura?” ou “Por que sentimos frio ao sair de uma piscina em um dia quente?”

calor ao segurarmos uma xícara quente de café. Após o fim da explanação, o professor deverá aplicar os Testes Conceituais.

3º momento: aplicação dos Testes Conceituais (25 minutos)

Neste momento da atividade, o professor deverá exibir os Testes Conceituais para os estudantes, com o auxílio de um projetor ou uma TV, para que os alunos possam visualizar as questões. É interessante que, durante o momento de resposta individual, o professor separe de 2 a 3 minutos para que os alunos possam responder à questão. Após coletar as respostas, o professor deverá analisar rapidamente a taxa de acertos obtidas para proceder com a metodologia *Peer Instruction* de acordo com as ideias elaboradas por Mazur (1997). Observe o esquema a seguir:

Figura 3 - Esquema de ação da metodologia Peer Instruction.



Fonte: adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008).

Ao fim das possíveis discussões entre os colegas, o professor deverá dar prosseguimento a aula.

4º momento: processos endotérmicos e exotérmicos - aula expositiva dialogada (15 minutos)

O professor poderá iniciar o momento da aula questionando os alunos com alguma pergunta relacionada ao tema. Por exemplo: “*Por que sentimos frio ao sair de uma piscina em um dia quente*”. De acordo com as respostas obtidas, o professor poderá

realizar uma discussão com os alunos, fazendo as devidas intervenções para que os alunos possam relacionar como as mudanças de estado físico estão relacionadas com os processos de absorção e liberação de energia.

5º momento: identificação de processos endotérmicos e exotérmicos (30 minutos)

Objetivos: os alunos deverão analisar alguns processos endotérmicos e exotérmicos por meio da dissolução de determinadas substâncias.

Materiais para cada grupo:

- 3 béqueres de 100 mL;
- Termômetro;
- Espátulas (ou colheres);
- Bastões de vidro;
- 1 proveta de 50 mL;
- Hidróxido de sódio (NaOH)
- Ureia;
- Água.

Procedimento:

Atividade 1: Dissolução do NaOH.

Em um béquer de 100 mL, adicione 40 mL de água. Com o auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água e anote o valor obtido.

Com o auxílio da espátula, adicione uma pequena quantidade de NaOH na água e agite. Meça a temperatura da solução e anote o valor obtido.

Pergunta: qual foi o valor da variação de temperatura?

Atividade 2: Dissolução da ureia.

Em um béquer de 100 mL, adicione 40 mL de água. Com o auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água e anote o valor obtido.

Com o auxílio da espátula, adicione uma pequena quantidade de ureia na água e agite. Meça a temperatura da solução e anote o valor obtido.

Pergunta: qual foi o valor da variação de temperatura?

O professor pedirá que os estudantes produzam um relatório de modo que eles descrevem o que aconteceu em cada atividade, caracterizando qual processo é endotérmico ou exotérmico.

5º momento: conclusão e apontamentos para a próxima aula (10 minutos)

O professor deverá dar as devidas orientações de estudos para os conteúdos que serão vivenciados na próxima aula: conceitos de entalpia e variação de entalpia.

AULA 2 – ESTUDO DA TERMOQUÍMICA

Entalpia e variação de entalpia

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender o conceito de entalpia e variação de entalpia;
- Relacionar o conceito de entalpia com os processos endotérmicos e exotérmicos.

1º momento: aula expositiva dialogada (15 minutos)

O professor deverá introduzir o conceito de entalpia, sua importância e aplicação em processos químicos, conceituando que a entalpia nos ajuda a entender quanta energia está contida em um sistema e como essa energia pode ser trocada com o ambiente durante uma reação química. Utilize gráficos e diagramas que ilustrem a variação de entalpia.

2º momento: aplicação dos Testes Conceituais (25 minutos)

Neste momento da atividade, o professor deverá exibir os Testes Conceituais para os estudantes, com o auxílio de um projetor ou uma TV, para que os alunos possam visualizar as questões. Professor, caso haja alguma dúvida na aplicação dos Testes Conceituais, revise o tópico que foi melhor descrito na Aula 1 deste material.

3º momento: aula experimental – determinação da entalpia de decomposição da água oxigenada (40 minutos)

A experiência a seguir é um meio de determinar a entalpia de decomposição da água oxigenada (solução aquosa de peróxido de hidrogênio) – H_2O_2 . Para tal será construído um calorímetro com material de baixo custo e fácil aquisição.

Materiais e reagentes

- 1 frasco de 100 mL de água oxigenada 10 volumes;
- Recipiente de isopor utilizado para manter a temperatura (ex: um porta-lata de bebidas e copos);
- Termômetro;
- 1 colher de chá de fermento biológico.

Procedimento

- Faça dois pequenos furos na tampa do recipiente de isopor, sendo que um deve ficar no meio. No furo no centro da tampa passe o termômetro. O outro furo destina-se à saída do gás oxigênio formado na reação de decomposição da água oxigenada para, assim, manter a pressão do sistema constante;
- Coloque a água oxigenada dentro do recipiente e tampe-o imediatamente. O termômetro deve ficar bem mergulhado na água oxigenada;
- Meça a temperatura inicial;
- Adicione o fermento biológico;
- Agite um pouco para que o fermento misture bem com a água oxigenada;
- Quando a temperatura atingir um valor máximo, ficando estável, anote e considere como a temperatura final do processo.

Resultados e discussão

O professor pode pedir que os alunos calculem a quantidade de calor transferido para a solução. Para tal, a densidade e o calor específico da solução podem ser considerados iguais aos da água, que são 1,0 g/mL e 4,18 J.°C⁻¹.g⁻¹. Essas aproximações são possíveis porque a água oxigenada de 10 volumes é uma solução aquosa que contém apenas 3% m/V de peróxido de hidrogênio. Assim, o erro será desprezível para a finalidade dessa experiência.

A fórmula da quantidade de calor Q absorvida depende da massa m da variação da temperatura Δt e do calor específico c do material:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

A massa pode ser descoberta por meio da fórmula da densidade:

$$d = m/v$$

$$m = d \times v$$

$$m = (1,0 \text{ g/mL}) \times 100 \text{ mL}$$

$$m = 100 \text{ g}$$

Substituindo os valores na fórmula da quantidade de calor, temos:

$$Q = (100\text{g}) \times (4,18 \text{ J} \times ^\circ\text{C}^{-1} \times \text{g}^{-1}) \times \Delta t$$

A variação da temperatura é a diferença entre a temperatura final que os alunos mediram e a temperatura inicial da água oxigenada: $\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$. Dessa forma, os alunos poderão encontrar valores bem razoáveis diante dos indicados pela literatura.

4º momento: avaliação da Sequência Didática (20 minutos)

O professor deverá abrir um espaço para que os estudantes possam debater e sobre a aplicação da Sequência Didática, de modo que seja possível analisar as impressões dos estudantes sobre o que foi vivenciado. Para isso, o professor deverá elaborar um questionário de opinião com perguntas abertas e fechadas para que os dados sejam coletados e analisados. Abaixo, segue exemplo de um questionário de opinião:

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

As questões a seguir dizem respeito a avaliação da efetividade das metodologias de ensino que foram utilizadas para o ensino de Química (em específico o conteúdo de Termoquímica). Você deve marcar com um "X" a opção que melhor representa sua opinião, além de fazer comentários quando julgar pertinente.

Questão 1: O conteúdo de Química foi trabalhado de maneira diferente, por meio de novas metodologias de ensino. Qual a sua avaliação a respeito dessas novas metodologias quando comparada à anterior?

- a) Muito boa.
- b) Boa.
- c) Indiferente.
- d) Ruim.
- e) Péssima.

Comentários:

Questão 2: Como você avalia o seu nível de aprendizado em relação ao conteúdo de Termoquímica:

- a) Muito boa.
- b) Boa.
- c) Indiferente.
- d) Ruim.
- e) Péssima.

Comentários:

Questão 3: Durante a aplicação das metodologias, foram utilizados diversos recursos (slides, textos, experimentos, etc.) Na sua opinião, o uso desses materiais contribuiu para uma melhor compreensão do conteúdo?

- a) Concordo totalmente.
- b) Concordo.
- c) Indiferente.
- d) Discordo.
- e) Discordo totalmente.

Comentários:

Questão 4: Durante a aula foram realizados alguns Testes Conceituais e um sistema de votação por meio de QR Codes foi utilizado pelo professor para coletar as respostas. Como você avalia a utilização dessa ferramenta, em comparação com outros tipos de votação?

- a) Muito boa.
- b) Boa.
- c) Indiferente.
- d) Ruim.
- e) Péssima.

Comentários:

Questão 5: Qual o grau de importância que você daria para as discussões que ocorreram em dupla durante os Testes Conceituais?

- a) Muito importante.
- b) Importante.
- c) Mediana.
- d) Às vezes é importante.
- e) Não é nada importante.

Comentários:

MATERIAIS DE APOIO

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano; PROTI, Patrícia Barrientos. Química: ensino médio. 1. ed. v. 2. São Paulo: Moderna, 2016.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química: ensino médio. 3. ed. v. 1. São Paulo: Scipione, 2016.

Calorimetria: como fazer um calorímetro caseiro. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=PywPQTjwwHo>>.

Experimento: reações químicas endotérmicas e exotérmicas. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3ms70x5_V-g>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto educacional que apresentamos é uma sequência didática para o ensino de Termoquímica, focada na aprendizagem ativa. Esta sequência foi concebida como um importante instrumento para o ensino de Termoquímica no Ensino Médio, contrapondo-se ao ensino puramente mecânico. Acreditamos que este material didático poderá trabalhar o conteúdo, as habilidades e as competências dos alunos, desenvolvendo novos conhecimentos e valorizando o conhecimento prévio dos estudantes.

Acreditamos que a Sequência Didática apresentada é um instrumento significativo no processo de aprendizagem dos principais conceitos da Termoquímica, sendo uma alternativa eficaz para educandos e educadores na construção de uma aprendizagem de qualidade. Recomendamos a todos os docentes que utilizem este material didático como recurso em suas aulas para o desenvolvimento das habilidades, competências e da alfabetização científica dos estudantes, sempre realizando as adaptações necessárias para a sua realidade. Esperamos que, assim, possamos motivar os alunos e despertar o interesse pelo estudo da Química. Esta é uma pequena, mas importante, contribuição para o Ensino da Química, a formação da linguagem científica e a valorização do conhecimento científico.