

Universidade Federal do Rio de Janeiro
ALAN DE VASCONCELOS BELVINO DA COSTA

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CONCEITOS DE
TERMOQUÍMICA NO ENSINO BÁSICO SOB UMA ABORDAGEM CTS**

Rio de Janeiro
2019

ALAN DE VASCONCELOS BELVINO DA COSTA

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CONCEITOS DE
TERMOQUÍMICA NO ENSINO BÁSICO SOB UMA ABORDAGEM CTS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Química da Universidade Federal do Rio
de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a
obtenção de grau de licenciado em química.

Orientador: Joaquim Fernando Mendes da Silva

Rio de Janeiro
2019

ALAN DE VASCONCELOS BELVINO DA COSTA

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CONCEITOS DE
TERMOQUÍMICA NO ENSINO BÁSICO SOB UMA ABORDAGEM CTS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Química da Universidade Federal do Rio
de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a
obtenção de grau de licenciado em química.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Joaquim Fernando Mendes da Silva
Instituto de Química - UFRJ

Profa. Dra. Priscila Tamiasso Martinhon
Instituto de Química - UFRJ

Profa. Dra. Viviane Gomes Teixeira
Instituto de Química - UFRJ

RESUMO

Normalmente, em espaços escolares e não escolares, a ciência e a tecnologia são tratadas como conhecimentos inquestionáveis e as pessoas que trabalham com esses conhecimentos são vistas como seres excepcionais. Esse tipo de visão acaba dando uma falsa ideia de que as áreas científicas são imparciais, ou seja, não apresentam interferências de outras áreas, e que apenas pessoas específicas podem lidar com elas. Essa visão, entretanto, é contestada pelo enfoque CTS que mostra que as áreas da ciência podem ser aprendidas por qualquer um e que tal conhecimento é essencial para a compreensão do meio no qual um indivíduo habita.

O enfoque CTS é uma linha de pensamento focada na integração da ciência, tecnologia e sociedade e apareceu em meados do século XX, onde ocorreu um grande avanço tecnológico devido as guerras da época. Na educação, seu principal intuito é o de alfabetizar cientificamente a população e mostrar como a ciência e a tecnologia afetam a sociedade de diversas formas possíveis.

Partindo do pressuposto de que a química é uma das matérias mais odiadas pelos alunos no ensino médio e que a termoquímica, uma de suas áreas, pode ser vinculada a ciência, tecnologia e sociedade, aulas sobre os conceitos básicos desse tema com um enfoque CTS podem mostrar aos alunos como o conhecimento dessa matéria é importante para a sociedade. Por isso, esse trabalho de conclusão de curso direciona-se à criação de um plano de aula que inclua três aulas de 100 minutos sequenciadas e que trabalhem conceitos relacionados às ideias do enfoque CTS. Essa proposta serve para orientar professores a iniciarem trabalhos nessa área e mostrar o quão benéfica essa metodologia pode ser para os alunos na visão de formação de futuros cidadãos como seres atuantes, pensantes e, conseqüentemente, questionadores na sociedade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1. Termoquímica	7
2.2. Enfoque CTS	17
2.3. Plano de aula	24
3. OBJETIVOS	29
3.1. Objetivo geral	29
3.2. Objetivos específicos	29
4. METODOLOGIA	30
5. DISCUSSÃO	37
6. CONCLUSÃO	40
7. PERSPECTIVAS	41
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

O ensino de química no ensino básico não profissionalizante tem passado por muitas críticas sobre a relevância dos conteúdos apresentados para os alunos. Essas críticas são originadas principalmente pelos alunos, que não veem utilidade para o que estão aprendendo e com isso perdem o interesse pela disciplina (COSTA *et al.*, 2016). Um jeito de conseguir fazer com que os alunos percebam a utilidade que a química pode ter em suas vidas pode ser através do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A mudança nas aplicações das aulas de química no ensino médio é base de estudos que apresentam diversas argumentações, entre elas a de Souza e Justi (2005, p.3).

As propostas mais recentes de ensino de química têm como um dos pressupostos a necessidade do envolvimento ativo dos alunos nas aulas, em um processo interativo professor/aluno, em que os horizontes conceituais dos alunos sejam contemplados. Isso significa criar oportunidades para que eles expressem como veem o mundo, o que pensam, como entendem os conceitos, quais são as suas dificuldades, etc.

Os estudos CTS são realizados com o intuito de gerar opiniões críticas para o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, tanto em relação à visão essencialista da ciência e da tecnologia como em relação à visão interdisciplinar entre as diversas áreas do conhecimento, incentivando o questionamento das certezas tidas como absolutas sobre a ciência e a tecnologia, desvelando a sua não-neutralidade, e tomando decisões mais coerentes em relação aos problemas nos quais os conhecimentos científicos e tecnológicos estejam presentes. O cidadão que se encontra inserido em uma abordagem CTS acaba despertando o interesse por seus direitos e deveres e gera uma independência de opiniões, podendo levar ao interesse de mudar a realidade do seu meio para melhor (MITCHAM, 1990).

Para conseguir aplicar o enfoque CTS em uma aula há a necessidade de bastante estudo sobre o assunto a ser abordado, para que o professor esteja preparado para aproveitar qualquer oportunidade de conexão entre alguma fala de um aluno e o conteúdo abordado, e, no mínimo, da montagem de um plano de aula para poder obter uma maior organização das ideias que serão apresentadas e, com isso, conseguir uma melhor orientação para os alunos. O planejamento está relacionado a um fazer, e o fazer em questão é a utilização do planejamento para organizar a ação educativa, uma vez que permite que se levante o questionamento do tipo

de cidadão que se pretende formar, deixando, assim, de ser um simples regulador para se tornar ato político-filosófico, científico e técnico (CASTRO *et al.*, 2008).

Como esse trabalho estará focado na criação de uma metodologia de trabalho com a abordagem CTS, a escolha de um tema de fácil acesso para a inserção das ideias é necessária. O tema escolhido foi “termoquímica”, já que ele possui grande importância na sociedade moderna. A termoquímica é a parte da química que estuda o calor envolvido nas reações químicas, tendo as reações que liberam calor (exotérmicas) e as reações que absorvem calor (endotérmicas) conforme vão se concluindo. O estudo da termoquímica pode ser diretamente relacionado aos processos de queima dos combustíveis fósseis, que é a principal fonte de energia da sociedade atual, e aos processos que fizeram parte da história, como nas máquinas à vapor da primeira revolução industrial, que foram o pontapé para se chegar nas máquinas atuais (SANTOS e MÓL, 2013).

Partindo de um assunto tão presente na nossa sociedade (combustíveis) e com a grande proximidade desse assunto com a química e com questões sociais, políticas, econômicas e tecnológicas, como novos desenvolvimentos e/ou novas utilizações de combustíveis, esse trabalho tem como objetivo elaborar um plano de aula sobre Termoquímica com uma abordagem CTS tendo como base o currículo básico de química no ensino básico do Estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 2012). O intuito do desenvolvimento dessa sequência didática será elaborar uma aula que possa levar o aluno ao pensamento crítico sobre o meio que o cerca e, conseqüentemente, contribuir para que este saia da passividade e se transforme em um ser ativo e pensante da sociedade, ou seja, um cidadão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Termoquímica

A obtenção e o uso de energia é de importância fundamental para o desenvolvimento de uma cidade, Estado ou país em qualquer lugar do planeta. Assumindo que o conceito de energia está associado à capacidade de fazer algo acontecer, o domínio sobre o melhor jeito de conseguir e o melhor jeito de aproveitar, levando em consideração questões ambientais e sociais, cada tipo de energia é essencial para conseguir alcançar um maior desenvolvimento e o melhor para a sociedade (SANTOS e MÓL, 2013).

Com o aprofundamento dos estudos e o desenvolvimento da sociedade, a energia foi subdividida conforme as áreas em que era necessária para uma melhor compreensão de sua manipulação, sendo a energia térmica o principal foco no estudo da termodinâmica e, conseqüentemente, nesse trabalho.

As transferências de energia térmica estão vinculadas ao conceito de calor, sendo o calor um termo utilizado quando uma energia flui de um corpo mais quente para um corpo mais frio. Se dois corpos são colocados em contato térmico, eles atingem um estado de equilíbrio no qual apresentam a mesma temperatura, e esse fenômeno é conhecido como o princípio zero da termodinâmica (SANTOS e MÓL, 2013). Além do princípio zero, a termodinâmica possui mais três leis que formam a sua base de estudo, mas antes de saber sobre elas é necessário entender os conceitos básicos de sistema, meio e universo.

O princípio zero determina a troca de energia e o equilíbrio térmico entre corpos, mas há necessidade de limitar os corpos, ou os objetos de interesse, já que além de haver a troca entre os corpos também pode haver a troca de calor na sala em que eles se encontram, e a sala com o lado externo e assim sucessivamente. Quando há a necessidade de estudar especificamente algo, há a necessidade de isolar e determinar o que será estudado e aí entra o termo sistema. *Sistema* é o item ou conjunto de itens no qual há o interesse de estudo, e a decisão do que se define como sistema é arbitrária dependendo do observador do experimento, como por exemplo, para estudar a variação de temperatura entre uma certa quantidade de água e algumas pedras de gelo dentro de um recipiente que impeça a troca de calor com o meio, um recipiente de isopor. O recipiente de isopor com a água e o gelo podem ser o sistema.

O recipiente comentado anteriormente estará em algum ambiente, e é aí que entra o conceito de meio ou vizinhança. *Meio, ou Vizinhança*, é tudo o que não está incluso no sistema, ou seja, a sala e tudo o que tem nela que não foi especificado como sistema será considerado o meio no qual o recipiente se encontra e pode ou não afetar um processo termodinâmico, mas no caso mencionado com o isopor ele supostamente não irá e o processo será totalmente dependente do que se encontra dentro do recipiente.

Por fim, pode-se levar em consideração o *meio* e o *sistema* como uma coisa só para mencionar o último conceito, o conceito de *universo*. *Universo* é a junção do *sistema* com o *meio* e é utilizado para expressar tudo o que estava presente no momento do processo termodinâmico (YOUNG e FREEDMAN, 2008).

Como todo o processo acontecerá primordialmente em um sistema, então esse conceito apresenta um foco maior e assim há a existência de três tipos de sistemas na termodinâmica: aberto, fechado e isolado, que são ilustrados na figura 1.

- Sistema aberto pode trocar tanto energia quanto matéria com o meio. O exemplo seria cozinhar macarrão dentro de uma panela aberta, já que a panela não é um isolante térmico e existirá a troca de calor com o meio e o sistema, interior da panela, junto com a perda de água pelo aquecimento.

- Sistema fechado, por outro lado, pode trocar apenas energia com o meio, mas não pode trocar matéria. O exemplo seria tampar bem a panela do item anterior, para que não saia nenhum vapor d'água ou não entre nada.

- Sistema isolado não pode trocar nem matéria e nem energia com seu meio. Um sistema perfeitamente isolado é bem difícil de se encontrar, mas um cooler com tampa é conceitualmente similar a um verdadeiro sistema isolado. Os itens dentro do sistema podem trocar energia um com o outro, por isso a bebida fica gelada e o gelo derrete um pouco, mas eles trocam pouquíssima energia (calor) com o meio externo, o ideal seria que não houvesse nenhuma troca com o meio externo (BALL, 2005).

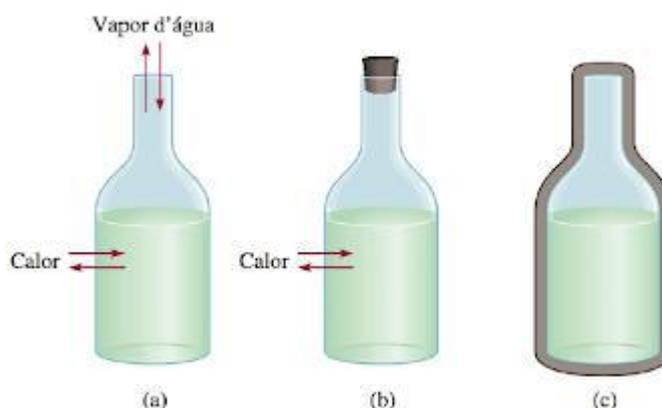


Figura 1. Exemplos de tipos de sistemas: a) sistema aberto com transferência de massa e energia; b) sistema fechado com transferência de energia; c) sistema isolado que não possui transferência de massa e nem transferência de energia. A parte escura que está envolta do recipiente é uma ilustração de uma região em que existe vácuo, para que dificulte a transferência de energia (HENRIQUE, 2015).

Por teoria, todos os processos termodinâmicos estão sob a influência das leis da termodinâmica e a compreensão dessas leis é fundamental para um professor que irá trabalhar com esses processos em sua aula, mesmo sendo de química ou de física, já que um amplo conhecimento das áreas da ciência pode levar à explicações de conteúdo com informações relevantes e mostrar como as ciências, e outras áreas, podem ser complementares.

As leis da termodinâmica, leis físicas que envolvem a transferência de energia e a realização de trabalho, se aplicam a todos os corpos e matérias que trocam energia. Como mencionado anteriormente, as leis são divididas entre zero, primeira, segunda e terceira e além de saber o significado de calor, é necessário saber o significado de energia interna. A energia interna (U) é a energia total de um sistema, ou seja, a soma de todas as energias cinéticas ou potenciais associadas a partículas, átomos ou moléculas. A determinação da energia total de um sistema não chega a ser possível, entretanto, o estudo de suas variações é passível de ser analisado e pode-se fazer as seguintes notações:

$\Delta U > 0$, indica uma variação de energia interna positiva, ou seja, de alguma forma a energia flui da vizinhança para o sistema, fazendo com que a energia aumente dentro do sistema.

$\Delta U < 0$, indica uma variação de energia interna negativa, ou seja, de alguma forma a energia flui do sistema para a vizinhança, fazendo com que a energia diminua dentro do sistema.

E quanto ao calor (Q), pode-se fazer as seguintes notações:

$Q > 0$, o calor é positivo quando o sistema absorve energia, ou seja, quando flui das vizinhanças para dentro do sistema.

$Q < 0$, o calor é negativo quando o sistema libera energia, ou seja, quando flui do sistema para a vizinhança.

Após as observações feitas sobre energia interna e calor, agora pode-se fazer uma correlação com o trabalho (W) já que ele está relacionado com energia. Por definição, trabalho é a energia transferida pelo sistema por meio da aplicação de uma força ao longo de um caminho (BALL, 2005). Tendo em mente uma reação química, ela pode realizar dois tipos de trabalho:

- O trabalho devido à variação de volume gasoso;
- O trabalho elétrico devido à troca de elétrons em um processo de oxirredução;



Figura 2. Imagem representando o trabalho exercido pela variação de volume gasoso (SANTOS, 2019).

Em relação ao sinal de trabalho de volume, é importante analisarmos com a ótica da energia envolvida. Usando a figura 2 como referência, para expandir-se, o sistema realiza trabalho, deslocando o pistão do cilindro para cima e levando ao aumento do seu volume. Dessa forma, o sistema gasta energia para conseguir sua expansão, ou seja, tem sua energia interna diminuída. Sabendo que trabalho é representado pela força aplicada com um deslocamento realizado, $W = F \cdot d \cdot \cos\theta$, que pressão pode ser representada como força sobre área, $P = \frac{F}{A}$ e que a variação de volume ocupado pelo gás pode ser representado pela área do êmbolo vezes o deslocamento realizado, $\Delta V = A \cdot d$. Quando não há nenhum outro tipo de

trabalho realizado, com exceção da variação do volume, pode-se ter um rearranjo e chegar na equação 1:

$$W = - P_{\text{externa}} \cdot \Delta V \quad (1)$$

Com as informações mostradas acima, podemos começar a falar das três leis da termodinâmica, começando pela primeira. A primeira lei da termodinâmica trata a quantidade total de energia no universo, e mais especificamente, afirma que esta quantidade total não se altera, ou seja, a energia não pode ser criada e nem destruída, ela só pode ser modificada ou transferida de um objeto a outro. Como exemplo podemos citar o choque de bolas de bilhar, onde a que se movia transfere energia cinética para outra, fazendo a segunda se mover. A transferência não ocorre com 100% de eficiência até porque no exemplo citado, uma parte da energia cinética é transformada em outras, como a energia térmica gerada através do atrito do bola com o tecido da mesa (HALLIDAY *et al.*, 2009).

Com base nas energias e no trabalho envolvido, a definição para a primeira lei da termodinâmica pode ser: a variação de energia interna de um sistema é igual a diferença entre o calor trocado e o trabalho realizado pelo sistema. Quando adotamos um sistema fechado, temos (BALL, 2005):

$$\Delta U = Q - W \quad (2.1)$$

ou

$$\Delta U = Q - P_{\text{externa}} \cdot \Delta V \quad (2.2)$$

As equações 2.1 e 2.2 são referentes ao cálculo da variação de energia interna, onde ΔU é a variação da energia interna, Q é o calor envolvido e W é o trabalho realizado. Na equação 2.2 o trabalho (W) foi substituído pela equação 1.

As equações concluem que existem duas maneiras de variarmos a energia interna de um sistema: dando-lhe ou retirando-lhe calor ou fazendo com que ele realize ou sofra trabalho.

As funções de estado, H (entalpia), U (energia interna), P (pressão) e V (volume) podem ser relacionadas pela equação 3.

$$H = U + PV \quad (3)$$

Adotando processos reversíveis e mecanicamente equilibrados, podemos adotar um sistema onde P é constante e as outras funções de estado estão variando, levando a equação 4.

$$\Delta H = \Delta U + P \cdot \Delta V \quad (4)$$

A análise da variação da entalpia em processos químicos agora pode ser classificada de acordo com o valor obtido. Se a variação de entalpia der um valor positivo ($\Delta H > 0$), então as reações serão classificadas como reações que ganharam mais energia do que perderam no processo de quebra das ligações dos reagentes e formação da ligação nos produtos, entre outros processos energéticos, e o nome para ela será *endotérmico*. Caso a reação apresente uma variação de entalpia menor que zero ($\Delta H < 0$), então as reações serão classificadas como reações que perderam mais energia do que ganharam no mesmo processo de quebra e formação de ligações, e o nome para esse caso será *exotérmico*. Abaixo a Figura 3 apresenta gráficos que representam as variações de energia durante uma reação química, onde são analisadas as energias do reagente e as energias do produto.

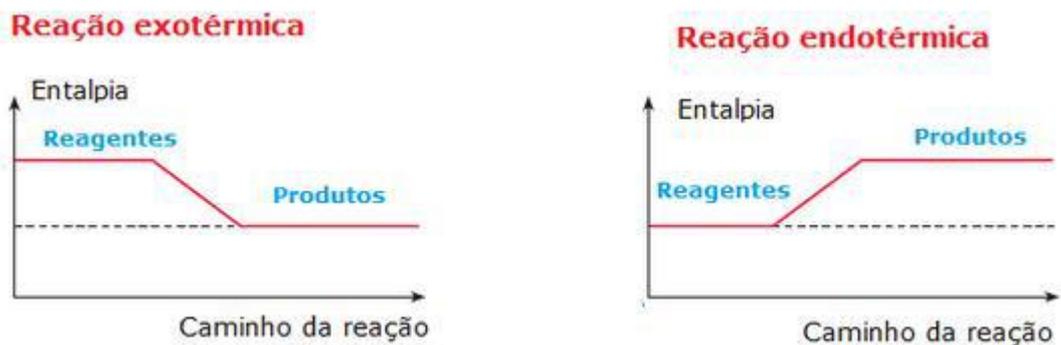


Figura 3. Gráficos de reações endotérmicas e exotérmicas (CARDOSO, 2019).

Já que a análise de variação de entalpia é baseada nas energias dos produtos e dos reagentes, ou seja, no momento final e inicial da reação, ela não depende do caminho pelo qual a reação ocorre, fazendo com que seja considerada como uma função de estado.

As classificações *endotérmicos* e *exotérmicos* não são aplicados a processos químicos, como as reações, mas também em processos físicos, como nas mudanças de estados físicos, como mostrado na Figura 4.



Figura 4. Imagem com as mudanças de estados físicos e a associação com a liberação ou absorção de calor, energia, para as suas ocorrências (CARDOSO, 2019).

Como a figura 4 mostra, é importante frisar que os valores de ΔH podem variar dependendo dos estados físicos das substâncias que sofrerão as transformações, ou também podem ser afetados pelas condições sob as quais as transformações estarão submetidas, como pressão, quantidade de matéria usada e temperatura, e daí surgiram as padronizações das condições experimentais, representada por ΔH° , que diz que os experimentos ocorreram em 25°C , 1 atm e 1 mol de substância.

Existem três modos, aplicados no ensino básico, para calcular o ΔH . Eles são feitos através das entalpias de formação, entalpias calculadas através da síntese de substâncias compostas por substâncias simples em suas formas alotrópicas mais estáveis, das substâncias reagentes e produtos. Dois pontos importantes: o primeiro é que as alotropias apresentam entalpias diferentes e, segundo ponto, que as alotropias mais estáveis, referentes aos seus respectivos elementos, nas condições padrão tiveram o valor zero atribuído às suas entalpias; por exemplo, o carbono na forma grafite e o carbono na forma diamante, onde o carbono na forma grafite é a mais estável nas condições ambientes e apresenta a entalpia igual à zero e o carbono diamante apresenta entalpia diferente de zero (BALL, 2005). Com base nisso, o somatório das entalpias de formação dos produtos menos os das entalpias de formação dos reagentes podem fornecer o valor de ΔH . Outro modo é pelos valores absolutos das energias das ligações, onde o somatório das energias dos reagentes será subtraído do somatório das energias dos produtos, com base no conceito de que as ligações dos reagentes precisam de energia para se romperem, por isso seu somatório tem que ser positivo, e que as ligações dos produtos irão liberar energia já que serão formadas e obteremos, na teoria, substâncias estáveis e com menor energia vinculada. Por último, o método de cálculo do ΔH seria pela

chamada *Lei de Hess*, onde as equações químicas passam a ser tratadas, de modo grosseiro, como equações matemáticas, onde as suas manipulações, como inversão de produto com reagente e o somatório para formar uma equação global, levando à subtração de substâncias de lados opostos (reagente e produtos) é utilizado para chegar à equação de interesse, mostrando que pelo fato de a entalpia ser uma função de estado, ela não precisa ter necessariamente os mesmos processos para se calcular o ΔH , apenas tem que ter os mesmos componentes, com as mesmas quantidade, entre os reagente e os produtos em reações químicas para apresentarem o mesmo ΔH (BALL, 2005).

O calor pode ser usado para realizar trabalho, mas como mencionado, não é todo o calor que será usado para realizá-lo. A parte do calor que não realiza trabalho serve para aumentar a aleatoriedade (desordem) do universo, que é a tendência, já que há o aumento da multiplicidade dos estados possíveis de arranjos espaciais das moléculas e/ou espécies químicas devido ao aumento da energia interna delas pela adição da energia que não realizou trabalho. O grau de aleatoriedade ou desordem de um sistema é chamado de entropia, e essa é a segunda lei da termodinâmica, onde diz que toda transferência de energia aumentará a entropia do universo e reduzirá a quantidade de energia utilizável disponível para realizar trabalho (ou, no caso mais extremo, manterá a entropia geral inalterada). Em outras palavras, qualquer processo, como uma reação química ou um conjunto de reações interligadas, vai direcionar-se para o aumento da entropia geral do universo (HALLIDAY *et al.*, 2009).

A entropia (S) é uma medida da aleatoriedade de um sistema. Quanto maior a desordem, maior a entropia. Qualquer processo espontâneo deve conduzir a um aumento total na entropia do Universo. A variação de entropia de um sistema pode ser calculada pela equação 5:

$$\Delta S = \frac{Q_{\text{reversível}}}{T} \quad (5)$$

Junto com a definição de entropia (segunda lei da termodinâmica), podemos mencionar a terceira lei da termodinâmica, que diz que a entropia de uma substância na forma de um cristal perfeito, em que as partículas que o constituem estão as mais organizadas possível, na temperatura de zero Kelvin, é igual a zero (BALL, 2005).

Por S (entropia) ser uma função de estado, a entropia-padrão de uma reação química pode ser calculada a partir das entropias absolutas dos reagentes e dos produtos.

A energia que é utilizada para gerar trabalho que não seja utilizado para a variação de pressão ou de volume em um equilíbrio material pode ser chamada de *energia de Gibbs* (G), e a energia que é utilizada para variações de pressão e temperatura em um equilíbrio material pode ser chamada de energia de Helmholtz. A energia de Gibbs é uma função de estado e pode ser calculada pela variação entre as energias de Gibbs absolutas entre os produtos e os reagentes. A energia de Gibbs também pode ser calculada levando em consideração os valores de entropia e entalpia, as energias envolvidas nos processos, e a temperatura, como é demonstrado na fórmula 6 (BALL, 2005):

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \text{ (6)}$$

Sobre a equação 6 é importante mencionar que a variação da energia de Gibbs pode ser calculada pela variação da entalpia e entropia, mas a temperatura é mantida constante sendo aplicada em processos exotérmicos, representado pelo sinal negativo.

Com base nos conceitos básicos da termodinâmica e partindo do ponto de vista químico para o estudo da energia térmica (termoquímica), há habilidades e competências que devem ser ensinadas para os alunos da educação básica de acordo com o atual currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro, 2012, que são:

- Identificação dos principais fenômenos químicos e físicos em que ocorrem trocas de energia térmica, classificando-os em endotérmicos e exotérmicos;
- Reconhecer a entalpia de uma reação como resultante do balanço energético entre ruptura e formação de ligações;
- Relacionar a energia térmica envolvida numa reação com quantidade de matéria;
- Prever a entalpia de uma reação química a partir de informações obtidas de gráficos ou em tabelas;
- Compreender e interpretar graficamente que a função de estado não depende do caminho percorrido pela reação;
- Diferenciar a combustão completa e incompleta;
- Avaliar implicações ambientais de diferentes combustíveis utilizados na produção de energia e comparar sua eficiência térmica utilizando a entalpia de combustão;
- Analisar qualitativamente a espontaneidade das reações químicas por meio da expressão da energia de Gibbs, reconhecendo a importância do balanço térmico entre a entropia e entalpia;

Todas as habilidades mencionadas devem ser ensinadas, de acordo com o currículo mínimo citado, no segundo ano do ensino médio e dentro de dois bimestres, junto com outras áreas do ensino de química.

Muitos professores de química podem olhar para essas habilidades e enxergar apenas um jeito diferente de escrever: "Dar conteúdo do jeito tradicional", ou seja, colocar no quadro todo o conteúdo, explicar e dar exemplos de exercícios, sem a participação ativa do aluno como crítico, mas sim como solucionador de problemas matemáticos, ou sem a demonstração da importância do tema para a sociedade e como ele está presente no cotidiano dos alunos. Esse tipo de aula acaba distanciando os alunos dessa parte da matéria ou até mesmo de toda a química. Os alunos precisam entender que o estudo da termoquímica e suas reações podem levar a proposições de novas alternativas tecnológicas para obter melhor aproveitamento do potencial energético de diferentes combustíveis e para a diminuição da poluição causada por estes, e que o conhecimento dessa ciência não serve só para criar coisas, mas também serve para influenciar e entender a economia, a política e as decisões tomadas, em certas ocasiões, por governos no mundo todo.

Por exemplo, todo o conteúdo discutido serve para enriquecer, de modo moderado, a base do profissional que estará à frente de uma turma e que irá aplicar a aula sobre termoquímica, não sendo necessário a apresentação de todo o conteúdo para os alunos do ensino básico. O interessante desse assunto é que agora já pode ser realizado um trabalho de interdisciplinaridade e contextualização entre a química, física, história, economia e tecnologia, utilizando a 1ª revolução industrial como ponto de partida, que foi a revolução das máquinas à vapor, figura 5, e que afetou a tecnologia e a sociedade com o avanço desse conhecimento científico.

A conexão entre a revolução industrial e a termodinâmica poder ser analisado pelo fato, simplificado, de que a água, ao absorver calor, evapora e exerce trabalho dentro das máquinas, fazendo as engrenagens se moverem e, assim, as máquinas funcionarem. No entanto, a aplicação da abordagem CTS não seria apenas uma questão de contextualização ou interdisciplinaridade, mas sim esses pontos somados com o impacto social que tal momento científico na história proporcionou às pessoas que estavam inseridas no contexto. Essa observação, e outras, sobre a abordagem CTS será mais aprofundada no tópico específico para o assunto.

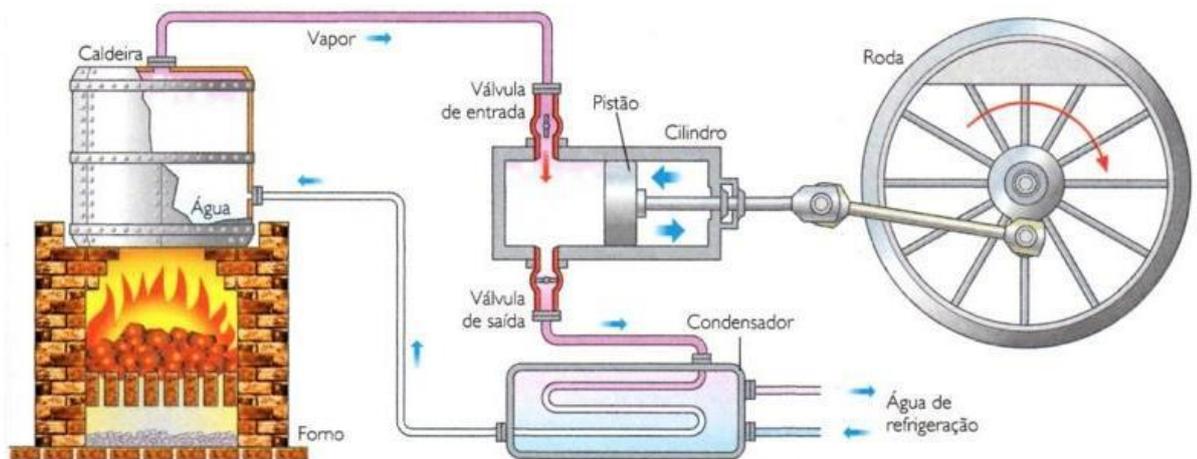


Figura 5. Esquema de funcionamento de uma máquina à vapor (TORRES, 2019).

Com base em todas as informações apresentadas, uma proposta para conseguir reverter o cenário atual da química nas escolas é a utilização da abordagem CTS.

2.2. Enfoque CTS

O enfoque CTS no ensino foca na transformação do aluno em um ser crítico que busca conhecimento e aprendizagem sobre o meio em que habita, não apenas dentro dos muros da escola, mas também fora deles, tornando-o também um ser ativo na sua comunidade e, conseqüentemente, na sociedade. Para que a abordagem CTS consiga alcançar os valores mencionados nos alunos, as aulas não devem ser ministradas no modo clássico, ou seja, expositivas onde o aluno é passivo e apenas o professor é o ativo da ação. As aulas na abordagem CTS devem ser ministradas com o máximo de participação do aluno para que este já comece a se sentir como ser pensante, analista e crítico. Para formar o aluno como o ser mencionado, as aulas devem ser contextualizadas, focando mais no cotidiano do aluno, e interdisciplinares, envolvendo outras áreas como a Econômica ou a Política, fazendo com que os alunos discutam sobre algum tema relevante para a sociedade, local ou global, onde o conhecimento escolar necessário apareça naturalmente e seja fundamental para conseguir levar a discussão do tema adiante (FIRME *et al.*, 2008).

O jeito como as aulas baseadas no enfoque CTS são ministradas leva à uma formação cidadã via a participação dos alunos nas tomadas de decisões, criando, assim, uma educação democrática e para a cidadania. A educação democrática tem como base formar o cidadão para uma convivência democrática em uma sociedade plural, e uma educação para a cidadania

forma para discutir e debater questões científicas e da vida cotidiana (PINTO e MACIEL, 2014). Esses dois tipos de educação são imprescindíveis para a formação de um cidadão consciente da diversidade de opiniões que existem ao seu redor e, ao mesmo tempo, de um cidadão tolerante para respeitar todas essas opiniões e conseguir chegar sempre em um consenso, através de diálogos sobre qual opinião é a melhor para tornar a sua sociedade um lugar melhor, visando sempre o bem da maioria e nunca a opressão sobre as “minorias”.

A abordagem CTS pode ser classificada como uma forma de promover a alfabetização científica, já que ela tem como base mostrar a importância da ciência para a sociedade e como utilizá-la para conhecer melhor o meio que nos cerca. Para alcançar tal efeito, os alunos devem ser educados de modo que aprendam a realizar pesquisas em fontes confiáveis, a ler gráficos, tabelas e planilhas, e se adaptem com termos específicos presentes na linguagem científica, que pode até ser considerada como “nas linguagens científicas”, já que, dependendo de cada área da ciência da qual é tratada, haverá termos específicos para tais (PINTO e MACIEL, 2014).

As três letras do “CTS” se referem a “Ciência, Tecnologia e Sociedade”, então a tecnologia e sociedade também são pilares dessa abordagem. Santos (2018) diz que os avanços tecnológicos estão presentes e acontecendo todo o tempo, e com isso vem as facilidades da vida moderna. Um grande problema que se observa com esses avanços é que ao invés de eles conseguirem facilitar a vida de todos e aproximar as pessoas, em alguns casos ela acaba expandindo o abismo social existente entre as classes de uma sociedade, criando, assim, mais impedimentos para acessar as tecnologias e as informações mais recentes, e também podendo gerar uma maior exploração do trabalho para pessoas de classes sociais mais baixas, já que o aumento da tecnologia tem levado ao aumento do consumo e a necessidade de mão de obra cada vez mais barata para a obtenção de maior lucro (FIRME *et al.*, 2008).

Ao contrário do que muita gente pensa, a educação não pode, e nem tem como, ser neutra. O que pode ser interpretado como a neutralidade da educação é o fato de ter aulas apresentadas apenas com as informações teóricas de livros e esperar que os alunos entendam ou decorem para as provas, mas essa atitude não possui neutralidade já que muitas vezes tal método foi utilizado com o intuito de sufocar pensamentos contrários à um governo no poder, como em ditadura. A educação é uma ferramenta poderosa e tem que ser inserida e discutida na vida real, havendo conscientização da população e isso pode ser feito através da abordagem CTS. Nesse cenário o professor tem o papel de ajudar o educando a compreender diferentes valores e alternativas para selecionar por si mesmo o melhor caminho para percorrer (PINTO e MACIEL, 2014).

A maioria da população vê a ciência de modo idealizado e, conseqüentemente, de modo errado e extremamente positivo, e esse efeito é muitas vezes criado pelo meio educativo que nos cerca. Os alunos veem a ciência como algo muito distante de suas vidas, como se apenas pessoas dotadas e especiais pudessem manipulá-la. A ciência é tratada como algo longe da realidade e que não apresenta vínculos nos meios sociais e políticos, sendo considerado algo que não é afetado pelo meio que o cerca, como se não contemplasse temas conflitantes, que não apresentasse utilidade pública ou até mesmo que a busca pela solução de um problema não seja gerado por divergências (SANTOS, 1999). Essa visão da ciência idealizada que a população e os estudantes apresentam de um modo geral é reforçada, e se não muitas vezes originada, pelos livros didáticos. Nesses livros há a omissão dos verdadeiros processos científicos que levam aos avanços da ciência, como a relação entre os próprios cientistas, que podem apoiar ou não uma ideia, e a descontinuidade das evoluções dos pensamentos, já que é muito difícil para a ciência evoluir de modo linear, onde uma ideia nova corrige imediatamente a ideia anterior (APPLE, 1982).

De acordo com Teixeira (2003), como as pessoas possuem um conhecimento precário e incipiente sobre os aspectos da ciência e da tecnologia, como não refletem sob o impacto dessas atividades sobre a sociedade, não compreendem a linguagem da ciência e não dominam minimamente os códigos inerentes a esse ramo das atividades humanas, a tendência é que fiquem na dependência dos técnicos, cientistas, pesquisadores, médicos, economistas etc. Aí a ciência passa a ditar o que é certo e o que é errado, como se fosse um evangelho que dogmaticamente não pode ser questionado.

O texto desenvolvido pode estar mencionando bastante os termos ciência e tecnologia, mas a sociedade sempre é citada nas menções anteriores, o que mostra sua importância no triângulo conceitual do enfoque CTS. Pode-se observar a importância da sociedade para o entendimento e o desenvolvimento dos conceitos de ciência e tecnologia, sabendo que não é possível ensinar uma ciência em que se eliminam as ricas contradições pelas quais se desenvolve e em que estão ausentes os componentes sociais (MENEZES, 1997) ou pelo fato de saber que o problema do processo de ensino-aprendizagem deveria começar pela problematização, extraída da prática social (TEIXEIRA, 2003).

Como o enfoque CTS diverge dos estilos de aulas clássicas, aulas baseadas no modelo CTS utilizam múltiplas estratégias didáticas, que podem ser palestras, demonstrações, experimentos de laboratório, participativos ou demonstrativos, vídeos, debates, utilização de espaços não formais ou qualquer outra ferramenta que esteja acessível e seja pertinente para a

aula em questão. Aliás, para a aplicação perfeita do enfoque CTS, a organização da matéria deve vir por temas/problemas sociais e não mais por importância de conteúdo que deve ser mostrado na aula. O tema social deve direcionar, naturalmente, a busca pelo conteúdo que seria trabalhado em aula. Com isso em mente, é natural pressupor que os alunos são seres ativos nas aulas CTS e o professor atua como um mediador de todo o processo, mantendo a sua autoridade em sala, mas sem o autoritarismo (TEIXEIRA, 2003).

Santos e Mortimer (2000) entendem que o objetivo central da educação CTS é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões. O avanço tecnológico, junto com a participação social e a noção de que a ciência não é neutra, não é eficaz e não é capaz de resolver todos os problemas da humanidade, leva ao foco da aprendizagem com o enfoque.

Para conseguir aplicar o enfoque CTS é necessário a utilização de artifícios didáticos como a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade. Essas duas palavras podem ter a escrita parecida mas apresentam significados distintos. A interdisciplinaridade surgiu naturalmente pelo desejo, ou necessidade, de aprofundamento, ou especialização, em alguma área. A interdisciplinaridade é a conexão entre disciplinas por um ponto comum referente a um determinado assunto mas ela acaba sendo tratada apenas para elucidar um recorte específico, ou seja, ela é importante mas sozinha a interdisciplinaridade não consegue dar o suporte necessário ao enfoque CTS já que tal enfoque necessita de um olhar mais amplo para trabalhar os conhecimentos e as habilidades desejadas nos alunos (PIRES, 1998). A transdisciplinaridade, de acordo com PIRES, 1998, é algo que se encaixa melhor ao enfoque CTS já que esta não tem como ponto principal um conteúdo específico mas tem como ponto principal o indivíduo. O foco no indivíduo é o eixo principal do enfoque CTS e com base nisso o interesse e a busca por conteúdo se perpetua e esse é um dos motivos do porque a transdisciplinaridade está sendo utilizada não só na educação mas também em outros meios como o da saúde. A transdisciplinaridade e a interdisciplinaridade devem trabalhar juntas no desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades que o professor pretende trabalhar na sua aula, com a transdisciplinaridade guiando o conteúdo de interesse e a interdisciplinaridade aprofundando partes específicas.

Dentre os conhecimentos e as habilidades a serem desenvolvidos por um aluno inserido em aulas com enfoque CTS estão incluídos a autoestima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o

aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais (SANTOS e MORTIMER, 2000).

O ensino com abordagem CTS foi demonstrado como um ensino que vai no sentido oposto ao do ensino tradicional. No ensino CTS, o aluno é participativo e não passivo, o tema social é o importante e não o conteúdo e o professor perde a centralidade mas não a autoridade e age como mediador para os alunos e temas trabalhados, mas enfatizando o aprendizado de conceitos científicos (SANTOS, 2008).

O brilho do ensino CTS está justamente em utilizar o conhecimento, que é apenas decorado nas escolas, na sociedade para resolver problemas reais. Esse comportamento leva a uma interação entre os alunos e a sociedade e derruba muitos tabus, fazendo com que os alunos, e até mesmo os professores, saiam do *status quo* e comecem a se informar e se interessar sobre o funcionamento da nossa sociedade. Juntando esse método com o assunto termoquímica, que é um assunto intrínseco da nossa sociedade, pode-se ter uma ferramenta poderosa para mostrar aos alunos a importância da ciência e voltar a despertar o interesse pela mesma quando aplicada em um plano de aula bem desenvolvido (SANTOS E MÓL, 2013).

Por mais que a abordagem CTS seja muito atraente e de grande utilidade pública, ela deve ser tratada com cuidado, já que a sua aplicação tem um certo grau de complexidade pelo fato de existir uma linha bem tênue entre o CTS e apenas uma atividade interdisciplinar. De acordo com CASSIANE *et. al.*, 2013, a utilização da abordagem CTS tem aumentado nos diferentes níveis de formação, considerando as suas especificidades e finalidades. Porém, o que temos observado, seja na pesquisa ou em situações de ensino, é que há uma mescla de sentidos CTS, composta tanto pela concepção tradicional das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, quanto por concepções mais progressistas e críticas. Essa grande polissemia, por ser um fenômeno próprio do funcionamento da linguagem, nos faz questionar o uso desta como algo transparente e de comum entendimento para todos. A falta de reflexão sobre o funcionamento da linguagem e da consideração de sua opacidade, da sua não-transparência, têm proporcionado uma intrigante torre de babel sobre os sentidos atribuídos ao que vem a ser CTS (SANTOS E MÓL, 2013).

Como comentado, a abordagem CTS é muito ampla e pode ser usada em muitas situações de ensino, mas muito específica em alguns pontos, já que ele precisa ser utilizado para, de modo simplificado, ensinar ciências junto com consciência social, tecnológica e ambiental. Com a grande difusão dos estudos CTS e a sua aceitação para as práticas docentes, muitas abordagens foram utilizadas e publicadas, mas como comentado, a sua aplicação é

ampla mas tem que ter cuidado para não perder o seu foco primário, e assim muitos pesquisadores e docentes acabaram gerando diversas versões CTS. Com base nas diferentes interpretações sobre as aplicações da abordagem CTS e divulgações de trabalhos sobre o tema na área, AIKENHEAD (1994), acabou elaborando uma relação de classificações quanto ao grau CTS em trabalhos desenvolvidos, utilizada por SANTOS & MORTIMER (Figura 6) (2000).

Categorias	Descrição	Exemplos
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao elemento de conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	<i>O que muitos professores fazem para "dourar a pílula" de cursos puramente conceituais</i>
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	<i>Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).</i>
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	<i>Havard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK).</i>
4. Disciplina científica	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de	<i>ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources</i>

(Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo CTS	ciências e a sua seqüência, mas e a seleção do conteúdo científico por ainda é a feita partir de uma de disciplina. A lista dos tópicos de científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a seqüência possa ser bem diferente.	<i>and Ionizing Radiation</i> (Holanda: PLON), <i>Science and Society Teaching units</i> (Canadá), <i>Chemical Education for Public Understanding</i> (EUA), <i>Science Teachers' Association of victoria Physics Series</i> (Austrália).
5. Ciências por meio de conteúdo CTS	CTS organiza o conteúdo e sua seqüência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	<i>Logical Reasoning in Science and Technology</i> (Canadá), <i>Modular STS</i> (EUA), <i>Global Science</i> (EUA), <i>Dutch Environmental Project</i> (Holanda), <i>Salters' Science Project</i> (UK)
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	<i>Exploring the Nature of Science</i> (Ing.) <i>Society Environment and Energy Development Studies</i> (SEEDS) modules (EUA), <i>Science and Technology 11</i> (Canadá)
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	<i>Studies in a Social Context</i> (SISCON) <i>in Schools</i> (UK), <i>Modular Courses in Technology</i> (UK), <i>Science A Way of Knowing</i> (Canadá), <i>Science Technology and Society</i> (Austrália), <i>Creative Role Playing Exercises in Science and Technology</i> (EUA), <i>Issues for Today</i> (Canadá), <i>Interactions in Science and Society – vídeos</i> (EUA), <i>Perspectives in Science</i> (Canadá)
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	<i>Science and Society</i> (UK.), <i>Innovations: The Social Consequencies of Science and Technology</i> program (EUA), <i>Preparing for Tomorrow's World</i> (EUA), <i>Values and Biology</i> (EUA).

Figura 6. Quadro mostrando as variações de aplicações CTS mostrado em SANTOS & MORTIMER (2000) e baseado em AIKENHEAD (1994).

Para AIKENHEAD (1994), nenhuma das categorias representa o modelo “real” de CTS, mas elas servem para manter uma organização no pensamento para a elaboração de trabalhos na área e que das categorias de 3 a 6 são as que representam a visão mais

comumente citada na literatura, onde a categoria 1 não seria considerada como autenticamente CTS e caracterizada como “dourar a pílula”, ou seja, utiliza apenas uma contextualização desconectada para apresentar conteúdos pragmáticos de ciência. Até a categoria 4 há uma maior ênfase na apresentação de conceitos e a partir da 5 começa a existir uma maior compreensão dos aspectos inter-relações de CTS, onde as 6, 7 e 8 seriam o mais próximo do ideal, mas precisariam de uma elaboração muito diferente da tradicional, necessitando de uma grande liberdade e engajamento da instituição de ensino (SANTOS & MORTIMER, 2000).

Com base na análise feita por SANTOS & MORTIMER (2000) e AIKENHEAD (1994) pode-se perceber que a aplicação da abordagem CTS merece cuidado e que a abordagem CTS “real” deve apresentar um engajamento não só do professor, mas de boa parte da comunidade da instituição de ensino onde será aplicada a abordagem, necessitando de um estrutura curricular adaptada diretamente para tal feito, o que infelizmente não é a realidade de muitas instituições de ensino básico público e, principalmente, privado.

Este trabalho é voltado para instituições que apresentem uma grade curricular rígida e cronogramas apertados para chegar o mais perto da difícil realidade da maioria dos profissionais da área. Portanto, infelizmente, a proposta que será apresentada mais à frente não chegará perto dos critérios mais exigentes da abordagem CTS, apresentados na Figura 6, mas será um ponto de partida para começar a elaborar novas propostas voltadas para esse tipo de cenário e que assim se consiga modificar o ambiente aos poucos para cada vez mais inserir uma abordagem mais “real” de CTS.

Como já foi dito por LINSNGEN (2007), educar, numa perspectiva CTS é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia. Em outras palavras, é favorecer um ensino de/sobre ciência e tecnologia que vise à formação de indivíduos com a perspectiva de se tornarem mais cômicos de seus papéis como participantes ativos da transformação da sociedade em que vivem, e para chegar a tal resultado, há a necessidade de um plano de aula bem trabalhado.

2.3. Plano de aula

Qualquer pessoa já deve ter mencionado a importância e os benefícios de se realizar um planejamento, um plano ou uma organização para qualquer coisa em sua vida. O ato de

planejar é um ato de organizar as ideias visando resultados futuros e esse ato pode ser aplicado nas aulas do ensino básico e superior como plano de aula.

Quando se fala de planejamento de aulas há a necessidade de falar sobre planos de aulas, quando ocorre uma ação educativa que leva a aula a ser pensada para que possa atingir pontos específicos que variam dependendo do interesse de cada um que o monta, ou seja, é um ato que deixa de ser simplesmente regulador para virar um ato político-filosófico, entre outros significados. É um trabalho presente que realiza uma preparação para o futuro, visando o efeito que ele possa realizar na sociedade (CASTRO *et al.*, 2008).

Planos de aula e currículos são documentos políticos com grande poder omitido e que podem guiar as massas estudantis para o caminho que o elaborador desses documentos desejar. Aqui no Brasil, na ditadura, o planejamento já foi, ou talvez ainda seja, não pelos mesmos motivos, utilizado para controlar as ações dos professores de modo a não interferir no regime político da época. Hoje o planejamento tem como principal característica ser uma ferramenta importantíssima para organizar e subsidiar o trabalho do professor, uma vez que deve existir para facilitar o trabalho tanto do professor como do aluno, sendo uma organização de ideias e informações (CASTRO *et al.*, 2008).

Já que realizar um plano de aula é um ato de planejar um processo educacional de modo intencional, explícito ou implícito, existem trabalhos científicos focados no planejamento que, de acordo com a definição de Menegolla e Sant'anna (2001), dizem que planejamento é um instrumento direcional de todo o processo educacional, pois estabelece e determina as grandes urgências, indica as prioridades básicas, ordena e determina todos os recursos e meios necessários para a consecução de grandes finalidades, metas e objetivos da educação. Para Piletti (2001), o plano de aula é a sequência de tudo o que vai ser desenvolvido em um dia letivo. É a sistematização de todas as atividades que se desenvolvem no período de tempo em que o professor e o aluno interagem, numa dinâmica de ensino-aprendizagem.

A importância de um plano de aula não deve se restringir apenas às características técnicas, com o foco apenas no conteúdo que será apresentado, mas também deve existir a consciência sobre o impacto social que o planejamento apresenta. Por isso, todos os elaboradores de planos de aulas devem levar em consideração não apenas o conteúdo de interesse, mas também a realidade e a herança cultural existente em cada região onde se encontra a escola. Os professores precisam deixar de lado a inocência de pensar nos planos de aulas como documentos técnicos e começar a enxergar a realidade de que são guias para a formação dos cidadãos (CASTRO *et al.*, 2008).

Para Luckesi (2001), o planejamento não será nem exclusivamente um ato político-filosófico, nem exclusivamente um ato técnico; será sim um ato ao mesmo tempo político-social, científico e técnico: político-social, na medida em que está comprometido com as finalidades sociais e políticas; científicas na medida em que não pode planejar sem um conhecimento da realidade; técnico, na medida em que o planejamento exige uma definição de meios eficientes para se obter resultados.

O plano de aula precisa ser visto e planejado no intuito de nortear o ser humano na busca da autonomia, na tomada de decisões, na resolução de problemas e, principalmente, na capacidade de escolher seus caminhos. O plano de aula visa a liberdade de ação e não pode ser planejado somente pelo bom senso, ele precisa ser planejado em cima de bases científicas e fontes confiáveis que devem nortear o professor (MENEGOLLA e SANT'ANNA, 2001).

Para elaborar um plano de aula, o professor deve considerar alguns componentes fundamentais, tais como: conhecer a sua personalidade enquanto professor, conhecer seus alunos (características psicossociais e cognitivas), conhecer a epistemologia e a metodologia mais adequada às características das disciplinas, conhecer o contexto social de seus alunos. Esses componentes servem como guia para que o professor possa preparar o melhor plano de aula para algum cenário e assim ter mais chances de obter sucesso na sua execução (MORETTO, 2007)

Para criar um plano de aula com o enfoque CTS, a sua montagem deve estar vinculada ao tema social principal que será trabalhado, como meio ambiente, energia, saúde ou economia. Tais temas podem ser trabalhados olhando um cenário global, ou geral, ou um cenário regional, visando problemas locais da comunidade onde a escola se encontra e a partir desses problemas evoluir para problemas globais, como acredita Paulo Freire (FREIRE, 1996).

Como este trabalho está sendo baseado na produção de mais de uma aula então podemos mencionar as sequências didáticas. Segundo Pais (2002, p. 102) “Uma sequência didática é formada por um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática”. A sequência didática é uma sequência de aulas planejadas que visam um resultado pré-definido para os alunos. Na abordagem CTS existe a necessidade de que os alunos, em sua maioria, consigam, de modo simplificado, desenvolver senso crítico sobre o uso da tecnologia no seu meio, com base em conhecimentos científicos e no bem estar social, tornando-os assim seres atuantes na sociedade, o que casa perfeitamente com a ideia de uma

sequência didática, já que a complexidade de uma abordagem CTS leva a uma impossibilidade da sua aplicação em apenas uma única aula.

A aplicação de sequências didáticas existem em diversos trabalhos, como no trabalho de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) que aplicaram uma sequência didática para o aprendizado de gêneros textuais e escritos nas escolas. A metodologia deles foi analisada por ARAÚJO (2013) e ela começa com a definição deles sobre sequência didática que é um método que procura favorecer a mudança e a promoção dos alunos ao domínio dos gêneros e das situações de comunicação. Para isso, a estrutura de base de uma sequência, segundo eles, contém uma seção de abertura, com a apresentação da situação de estudo na qual é descrita de maneira detalhada a tarefa de exposição oral ou escrita que os alunos deverão realizar. De acordo com esses autores, deve haver uma produção inicial ou diagnóstica, a partir da qual o professor avalia as capacidades já adquiridas e ajusta as atividades e os exercícios previstos na sequência às possibilidades e dificuldades reais de uma turma. Após esta etapa, o trabalho se concentra nos módulos (também chamados de oficinas por outros autores que seguem esses mesmos princípios) constituídos de várias atividades ou exercícios sistemáticos e progressivos que permitem aos alunos apreenderem as características temáticas, estilísticas e composicionais do gênero alvo do estudo. O número dos módulos varia de acordo com o gênero e com o conhecimento prévio que os alunos já têm sobre o mesmo. A produção final, segundo os autores, é o momento de os alunos colocarem em prática os conhecimentos adquiridos e do professor avaliar os progressos efetivados, servindo esse momento, também, para uma avaliação do tipo somativo. Essa metodologia é específica para o trabalho com gêneros textuais, mas consegue passar a ideia de como uma sequência didática deve ser aplicada.

Sequências didáticas também já foram aplicadas em aulas de ciências, como a mencionada no trabalho de SASSERON & CARVALHO (2011). Nesse trabalho, a sequência didática utilizada foi nomeada de “Navegação e Meio Ambiente”, e ocorreu ao longo de 11 aulas em uma escola pública. A proposta foi baseada em atividades investigativas e partiu do pressuposto de possibilitar aos alunos mais do que o trabalho centrado apenas na resolução prática de problemas, o contato com temas científicos quaisquer, desde o uso de sua tecnologia, passando pelas decorrências que tal saber pode trazer. As aulas foram aplicadas no ensino fundamental e proporcionaram aos alunos terem contato com problemas das ciências, investigando suas soluções e construindo conceitos associados a eles, fazendo os alunos terem participação ativa e assim visualizarem as relações de ciência com a sociedade.

Muitos trabalhos foram comentados e todos com tempos de aplicação diferente para as sequências didáticas trabalhadas, o que mostra que a sequência didática não precisa ter um tempo específico para ser considerada uma sequência didática, mas precisa ter um objetivo e mostrar como o trabalho realizado pode levar a esse objetivo com o tempo adequado para ser alcançado sendo comentado.

O planejamento das aulas e a sequência didática são apresentados como ferramentas essenciais para uma abordagem CTS junto com um tema gerador que conecta sociedade, ciência e tecnologia de modo crítico. Portanto, utilizando-se o tema termoquímica, um tema existente a nível regional e global, aplicado à comunidade de uma escola para uma aula com enfoque CTS baseada em uma sequência didática que leva em consideração os principais aspectos que afetam uma comunidade, analisando o lado social, econômico e/ou político, pode-se ter uma ótima combinação para alcançar o objetivo deste trabalho.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Montar uma sequência didática com enfoque CTS sobre os conceitos básicos de termoquímica para uma turma de segundo ano do ensino médio com base no currículo básico do Estado do Rio de Janeiro de 2012.

3.2. Objetivos específicos

- Desenvolver o interesse do aluno pela química através de exemplos que mostrem a importância desse conhecimento no cotidiano.
- Trabalhar momentos de reflexão e questionadores com os alunos sobre o envolvimento da termoquímica com outras áreas, como Econômica e a Política.
- Elaborar uma metodologia para o enfoque CTS a ser aplicada em uma escola conteudista que apresenta um cronograma rígido.

4. METODOLOGIA

A proposta elaborada nesse trabalho é baseada na montagem de uma sequência de 3 aulas. Cada aula é composta de dois tempos seguidos com 50 minutos cada, ou seja, cada aula terá a duração de 100 minutos, então as 3 aulas terão um total de 300 minutos e cada aula será apresentada em uma semana, levando a um total de 3 semanas.

Para montar o plano, e conseguir alcançar o melhor impacto nos alunos, alguns critérios foram estabelecidos com base na literatura sobre CTS utilizada. Os critérios que foram pensados e com o intuito de serem desenvolvidos, despertados e trabalhados nos alunos são:

Critério 1: Interdisciplinaridade;

Critério 2: Estabelecimento das relações entre conhecimento científicos e as questões socioambientais;

Critério 3: Promoção de transformações sociais;

Critério 4: Tecnologia na promoção de mudanças nos campos social, ambiental e econômico;

Critério 5: Desenvolvimento de habilidades de comunicação com o público para a difusão dos conhecimentos CTS;

Critério 6: Desenvolvimento de habilidades relativas ao uso da linguagem científica;

Critério 7: Promoção de valores éticos e da valorização dos direitos humanos;

Critério 8: Uso de diferentes linguagens na expressão das ideias dos alunos;

Critério 9: Promover momentos de tomadas de decisões.

O público alvo é uma turma de segundo ano do ensino médio, seguindo como base o Currículo Básico do Ensino Médio do Estado do Rio de Janeiro de 2012 (RIO DE JANEIRO, 2012). O tema abordado será termoquímica: conceitos básicos e cálculo de variação de entalpia.

As aulas devem ser trabalhadas e divididas da seguinte forma:

1ª aula: O professor irá passar dois textos para os alunos lerem. Os textos são “*China vai superar EUA como maior causador do aquecimento global até 2016, dizem especialistas (REUTERS, 2016)*” e o outro é “*Entenda a decisão de Trump de retirar os EUA do Acordo de Paris (SASAKI, 2017)*”. Os dois textos serão entregues ao mesmo tempo mas a leitura seguirá a ordem que foi apresentada neste parágrafo. Os textos mostram pontos de vista

positivos e negativos referentes à influência do aquecimento global nas áreas ambiental, política e econômica.

Após a leitura dos textos, a turma será dividida em dois grupos, onde um irá defender o acordo de Paris e a influência humana no aquecimento global, e o outro irá defender a saída dos EUA do acordo de Paris e o ceticismo sobre o aquecimento global. A divisão será feita pelos próprios alunos, deixando-os tomarem as suas próprias decisões com base em seus conhecimentos acumulados e nos textos lidos.

A ideia de dois grupos é para que os dois dialoguem diretamente um com o outro na forma de um debate para defenderem as suas ideias, com o professor atuando como um mediador, um provocador e um instigador para que a discussão não acabe antes do tempo. Caso todos os alunos formem apenas um grupo, sendo todos a favor do ceticismo ou todos a favor do acordo de Paris, então o professor terá que agir mais como provocador e instigador para puxar as justificativas dos alunos, e caso seja possível, puxar a justificativa de cada um e abrindo para intervenções dos colegas de modo ordenado. O ato de provocar seria a utilização de argumentos contrários ao utilizado pelos alunos em momentos para aquecer os debates, e o ato de instigar seria o de levantar temas recentes ou de renovar temas utilizados com informações novas.

Para desenvolver o debate, alguns questionamentos que poderiam ser utilizados seriam: “Antes do acordo de Paris eram os países ricos que arcavam com o controle dos gases estufa, mas depois do acordo de Paris isso mudou. Vocês concordam com isso ou preferem o modo antigo? Por quê?”, com o intuito de que os alunos analisem o fato de países mais ricos e que liberam mais gases terem condições semelhantes de punições que países não tão ricos e que não produzem a mesma quantidade de gases poluentes. “Vimos que um país se desenvolve economicamente ao passo em que emite mais gases poluentes, mas os gases poluentes afetam o meio ambiente e conseqüentemente a sociedade. Tendo isso em mente, o que vocês escolheriam para a sua nação?” com o intuito de fazer os alunos perceberem que não existem apenas dois modelos de economia, um que não desenvolve economicamente ou outro que desenvolve economicamente mas tem que destruir toda a natureza. Existem outros modelos e eles precisam estar cientes disso. Por último, “Nos textos apresentados vimos trechos dizendo que cientistas declaram que a culpa do aquecimento é do homem e outros cientistas dizendo que a culpa é da própria natureza. Qual é a ciência certa? Existe alguma ciência certa?”. com o intuito que alunos saibam analisar as suas fontes de informação e que nem tudo que está escrito é verdade. Sempre tem que analisar as informações em mais de uma fonte de renome nacional e/ou internacional.

As perguntas apresentadas são apenas um guia de como o debate deve ocorrer, e não correntes para amarrar o debate. O debate tem que ser fluido e mutável, já que ele tem que depender da localidade em que vai acontecer e das pessoas que estarão envolvidas, podendo dar rumos e desenvolvimentos diferentes. Também vale ressaltar que o professor da turma deve estar bem preparado, ou seja, ter o assunto muito bem estudado para que possa aproveitar cada oportunidade que apareça.

O tempo de debate pode variar dependendo de fatores como o tamanho da turma ou a empolgação com as discussões, já que a discussão pode ir para rumos econômicos, políticos e/ou sociais, mas o ideal seria dividir a primeira aula em dois debates, onde o primeiro debate seria o que foi mencionado e o segundo debate começaria logo após o primeiro e com o seguinte questionamento para os alunos: “Sobre o aquecimento global, precisamos pesquisar muito em fontes de pesquisa com renome nacional e internacional para poder ter uma opinião sólida e confiável sobre o assunto, mas uma coisa é certa, é muito mais fácil controlar as emissões feitas pelo homem do que as emissões provenientes de processos naturais. Com base nisso, na opinião de vocês, quais são as principais fontes de emissão de gases poluentes emitidos pelo homem e como esses gases são produzidos?”. A ideia é direcionar a discussão para a parte científica e um bom gancho é a queima de combustíveis e emissão de gases poluentes.

Essa seria a parte final das discussões na primeira aula onde o caminho começaria a ser trilhado para a intenção da apresentação do conteúdo. Existem muitos resultados, mas nessa hora o professor deverá atuar como direcionador de foco e dar mais ênfase aos resultados sobre os combustíveis, já que a ideia do planejamento é falar sobre termoquímica e os combustíveis de automóveis é o tema que foi escolhido para direcionar melhor ao objetivo final.

Utilizando as palavras “efeito estufa”, “aquecimento global” e “emissões ocasionadas pelo homem” no Google, o termo que mais apareceu em comum entre todos eles, quando as primeiras opções de pesquisa eram acessadas, era “combustíveis fósil” na data 10/07/2019, o que dá para imaginar que é um termo que virá com força no segundo debate. O uso dos combustíveis está vinculado ao desenvolvimento de um país porque quanto mais desenvolvido, mais veículos automotivos são utilizados e, com isso, há um aumento da emissão dos gases que intensificam o efeito estufa (BARBOSA, 2017), logo esse é um assunto que está intrinsicamente ligado à discussão realizada de início e que pode levar ao desenvolvimento do interesse dos alunos pela química, ciência, envolvida no processo do aumento do aquecimento global.

Essa segunda parte do debate é ideal para apresentar os conceitos iniciais sobre termoquímica como conceito de calor, sistema, vizinhança, limite, universo, entalpia e combustão. Esses conceitos podem ser apresentados tomando como exemplo um motor de combustão interna de um automóvel, desenhando de modo muito simplificado no quadro, parte que também pode ser dedicada às noções de tecnologias presentes na sociedade.

Ao final da aula será pedido para realizarem uma pesquisa em que constem as principais fontes e os meios de obtenção desses gases, discutidos em sala, mas que seja baseada em fontes de pesquisas renomadas e dados científicos, como gráficos e tabelas. A pesquisa é para ser entregue na aula seguinte e nela devem constar as fontes de busca e dados que comprovem os argumentos expressos na forma de gráficos e/ou tabelas, obrigatoriamente. Também será pedido para procurarem outros processos termoquímicos presentes no cotidiano e que os relatem por escrito.

2ª aula: O início da aula será reservado para a entrega dos trabalhos que foram solicitados na aula anterior, que serão corrigidos fora do horário da aula, e será necessário reservar 15 minutos iniciais da aula para observar as fontes de pesquisas dos alunos e conversar com eles sobre o que seria uma fonte confiável. Nesse contexto, as fontes confiáveis para alunos do ensino básico podem ser consideradas como sites de jornalismo de renome, sites de revistas científicas como Superinteressante e Galileu, e se perceber facilidade, até mencionar sobre artigos de fácil leitura e acesso como o Química Nova na Escola.

Após a breve discussão sobre fontes confiáveis, os alunos deverão apresentar as suas respostas sobre as pesquisas oralmente, de modo geral, e o trabalho do professor será gerar questionamentos em cima das respostas dos alunos que levem ao despertar da atenção deles para a química envolvida no assunto, mas deixando eles tomarem os rumos das discussões.

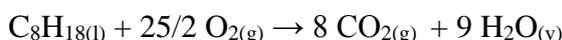
Essa segunda aula será ideal para apresentar mais conceitos sobre termoquímica, como processos endotérmicos e exotérmicos, e os gráficos correspondentes para compreender que as funções de estado não dependem do caminho percorrido e como podem analisar suas variações só por observá-los, e as equações estequiométricas de combustão dos combustíveis utilizados, mencionando as combustões completas e incompletas. Quanto aos combustíveis que podem ser mencionados, é interessante tentar focar apenas nos três mais comuns, que são gasolina, álcool e GNV. O foco nesses três combustíveis é justamente para não se perder em meio a tantas opções que podem aparecer e fugir do rumo da aula.

A gasolina pode ser considerada como octano, em média, já que ela é uma mistura de hidrocarbonetos na faixa entre 4 e 12 carbonos, o etanol é o álcool de 2 carbonos e o GNV

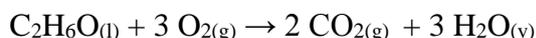
(Gás Natural Veicular) é uma mistura de metano e etano, diferenciando-se do GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), utilizado na cozinha de casa, por este ser uma mistura de propano e butano (TEIXEIRA e FRANCISCO, 2017).

As equações estequiométricas de combustão desses três combustíveis podem mostrar a proporção de gás carbônico produzido para uma mesma quantidade de massa e, assim, realizar uma correlação entre qual deles é o mais poluente, ou seja, qual deles libera mais gás carbônico. Nessa análise, utilizando valores da tabela periódica, pode-se observar que a gasolina é a mais poluente.

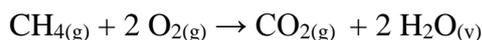
Gasolina



Etanol



GNV



Equações estequiométricas de combustão completa da gasolina, etanol e GNV.

As reações mostradas devem ser acompanhadas com seus valores de variação de entalpia para que, assim, possa ser trabalhado com os alunos as energias que cada uma libera com base em uma mesma massa, para relacionar a estequiometria com a termoquímica, podendo seguir com os conceitos de entalpia padrão e entalpia de formação, e também com as variações de entalpia, entalpias de formação, energia das ligações e lei de Hess.

Com base no que foi apresentado na aula, é interessante realizar o seguinte questionamento: “Porque a gasolina, como combustível, possui mais destaque na sociedade entre ela, o etanol e o GNV, sendo que ela é a mais poluente entre eles?”.

A pergunta fica para ser respondida em casa e para ser entregue na próxima aula, que será a terceira e última. A resposta dessa pergunta será de modo livre, podendo desenhar, escrever ou se expressar do modo que preferir, mas é necessária a informação de, no mínimo, duas fontes de pesquisas confiáveis, como discutido no início dessa segunda aula.

Uma outra pergunta também deve ser feita para ser entregue na última aula e é mais focada na utilização dos conhecimentos científicos aplicados no cotidiano. A pergunta é: “Tendo como base os três combustíveis mencionados na última aula e suas equações de combustão, informe qual deles você iria escolher para colocar 10 L no seu automóvel. Justifique a sua resposta se baseando na quantidade de CO₂ que será liberado e no valor que você terá que gastar. Dados: adote o valor do litro como: gasolina R\$ 4,576; etanol R\$ 2,849; GNV R\$ 2,743 (preços obtidos em um posto de gasolina aleatório mas que devem ser obtidos,

preferencialmente, em um posto próximo da escola onde a aula será ministrada) e as densidades (g/cm^3) gasolina = 0,735; álcool = 0,789; GNV = 0,656.

3ª aula: Começar a aula recolhendo os trabalhos dos alunos e mais uma vez deixando para corrigir posteriormente e analisar as referências para conversar com os alunos sobre as referências escolhidas nos 15 primeiros minutos iniciais, tendo atenção para o fato de terem ocorrido mudanças positivas no tipo de referências utilizadas após a segunda aula.

Após a análise das referências, a aula seguirá como a segunda, perguntando quais os motivos encontrados pelos alunos para o uso da gasolina. Um dos principais motivos que se pode achar na internet, e o que é mais interessante para essa aula, é o poder calorífico. Esse termo é um dos primeiros encontrados na pesquisa no Google, usando a frase “porque a gasolina é mais usada nos carros” até o dia 23/01/2019 e ele é definido como a quantidade de energia, sob forma de calor, que um combustível pode fornecer quando queimado completamente (TEIXEIRA e FRANCISCO, 2017).

Outro termo que também aparece ao realizar a pesquisa é “octanagem”, o que leva a uma oportunidade para introduzir conceitos sobre esse assunto. A octanagem é a capacidade que um combustível tem de resistir ao aumento de pressão e de temperatura sem detonar, ou seja, antes de utilizar a faísca no motor. Normalmente a octanagem é maior em hidrocarbonetos com maior número de cadeias ramificadas. Combustíveis com alta octanagem podem resistir mais à compressão dos cilindros em um motor e assim são mais indicados para carros mais potentes. Já o poder calorífico está vinculado ao fato de quanto uma mesma quantidade de um combustível rende influenciada pela quantidade de calor que pode liberar (TEIXEIRA e FRANCISCO, 2017).

Um jeito simples de calcular o poder calorífico e que pode ser utilizado com facilidade nas aulas de ensino básico é a seguinte equação abaixo, quando o cálculo do poder calorífico for considerado a pressão constante:

$$\text{Poder Calorífico} = \frac{\Delta H_c}{MM}$$

Equação simplificada para cálculo do poder calorífico de um combustível.

Onde, ΔH_c é a variação de entalpia de combustão de um certo composto, expressa em kJ/mol, e MM é a massa molar do composto que está em combustão, expressa em g/mol. A unidade de medida para o poder calorífico será kJ/g, ou seja, será o valor da energia de calor que o combustível pode liberar quando 1g dele realizar uma combustão completa (COUTO, 2014). Os valores de ΔH_c podem ser obtidos na literatura ou na internet para utilização em exemplos com a fórmula.

Como mencionado pela equação acima, há a necessidade de saber sobre as variações de entalpia para poder calcular o poder calorífico de um combustível, algo que já foi mencionado na segunda aula e que agora pode ter a chance de mostrar o cálculo através das variações de entalpia pelas energias de ligação, pelas entalpia de formação e pela lei de Hess, dando a oportunidade de reforçar mais esses conteúdos sobre a termoquímica e mostrar a importância de seus conhecimentos para a melhor compreensão do mundo que nos cerca. Caso tenha tempo disponível e ache conveniente também há a possibilidade de apresentar o cálculo da variação de entalpia utilizando entalpias de combustão.

Tendo apresentado os conceitos de calor, entalpia, variação de entalpia, com os seus modos de calcular, funções de estado, equações de combustão e reações endotérmicas e exotérmicas, chegamos ao final da terceira e última aula apresentando as habilidades e competências básicas de termoquímica requeridas pelo currículo mínimo de 2012 do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2012).

Como conclusão de todo o trabalho será pedido para os alunos que pesquisem pelo menos um combustível considerado mais limpo que os três mencionados e escrevam um trabalho explicando o porquê deles serem considerados limpos e se eles apresentam maior poder calorífico que os três combustíveis mencionados, concluindo o trabalho informando o motivo desses combustíveis não serem largamente utilizados com a obrigatoriedade de ter um motivo político e econômico, vindo de fontes confiáveis, já mencionado anteriormente, e com a opinião pessoal deles incluída na conclusão. É interessante informar aos alunos que todas as justificativas devem ser feitas com base nos assuntos termoquímicos apresentados, deixando livre a quantidade e quais eles devem utilizar.

O trabalho será entregue na aula posterior à terceira aula e será apenas analisado pelo professor para ver se o roteiro surtiu algum efeito no pensamento dos alunos. Também é interessante que o tema gerador, desenvolvimento econômico e meio ambiente, seja retomado ao final da terceira para poder analisar se houve alguma mudança no pensamento dos alunos para poder ter uma visualização do efeito de todo o trabalho aplicado.

5. DISCUSSÃO

No geral, toda a estrutura do trabalho foi focada em apresentar conhecimentos e habilidades, científicas e tecnológicas em um contexto social, que levem à ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão, na apresentação de um problema, que gera opiniões divergentes, e que está incluído em um tema com significado social com dimensões científicas e tecnológicas.

A sequência didática elaborada para esse projeto final de curso foi baseada em uma estrutura encontrada no texto de SANTOS e MORTIMER (2000) que apresenta as seguintes etapas para a aplicação do enfoque CTS no ensino: (1) introdução de um problema social; (2) análise da tecnologia relacionada ao tema social; (3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; (4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e (5) discussão da questão social original. Essa estrutura foi escolhida para preparar os alunos para o exercício da cidadania com conhecimento em ciência e tecnologia mostrando como tudo está interligado à sociedade.

O plano de aula geral, analisando os das três aulas, foi montado em sequência para conseguir atingir o principal objetivo esperado, que é criar uma sequência didática sobre os conceitos básicos de termoquímica com enfoque CTS. Para alcançar o objetivo, as aulas começaram utilizando uma discussão sobre aquecimento global e suas causas pelo mundo, o que se enquadra em um tema de relevância social que pode ser problematizado com conceitos químicos, dando liberdade para os alunos mostrarem as suas opiniões e tomadas de decisões na defesa de suas opiniões.

Posteriormente as discussões foram direcionadas para um tema específico, combustível, para conseguir concentrar o foco das discussões e aproveitá-las ao máximo para mostrar como os conhecimentos científicos e tecnológicos estão vinculados com o nosso cotidiano e como a compreensão deles pode ajudar a sociedade. Ao final da última aula, todo o conhecimento trabalhado foi retomado e projetado em um assunto novo, os combustíveis “limpos”, com o intuito de mais uma vez deixar os alunos terem a autonomia de escolher um combustível e mostrar como o conhecimento adquirido pode ser utilizado na compreensão do assunto, explorando os aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais, como trabalhado anteriormente.

Os momentos em que os critérios comentados na metodologia podem ser utilizados e as justificativas para a escolha desses critérios são:

Critério 1: Interdisciplinaridade.

O trabalho busca relação entre economia, política, biologia e química, ao tentar montar discussões baseadas nos problemas causados pelos gases produzidos na combustão de combustíveis e como esses gases são gerados e afetam a sociedade. Esse critério é de extrema importância para mostrar aos alunos que todo o conhecimento é interligado por mais absurdo que possa parecer, o que com certeza irá dar mais liberdade para os pensamentos dos alunos na busca de soluções de problemas.

Critério 2: Estabelecimento das relações entre conhecimento científico e as questões socioambientais.

Aborda-se a relação entre o aquecimento global e as ações humanas que influenciam tal processo e como os gases afetam o ambiente. Nesse ponto, pretende-se explorar as reações químicas nos processos de emissão dos gases para descobrir como são feitos e, com base nesses conhecimentos, discutir como amenizar a produção e o porquê dela está crescendo cada vez mais. Esse critério mostra como o conhecimento científico está inserido na sociedade e como ele é importante para compreender o que nos cerca.

Critério 3: Promoção de transformações sociais.

Pode ocorrer na hora dos diálogos. Ao colocar pessoas com opiniões divergentes para dialogar mostra que esse é um bom caminho para evoluir em seus pensamentos e pensar em melhorias para a sociedade.

Critério 4: Tecnologia na promoção de mudanças nos campos social, ambiental e econômico.

Pode ocorrer na hora que existe o direcionamento de discussões para a utilização de combustíveis e a produção de gases pela queima destes nos motores de combustão interna dos automóveis. Os dois últimos trabalhos solicitados, o que foi para ser entregue na terceira aula e o que foi para ser entregue depois da terceira aula, apresentam relação com a economia e a parte ambiental. O conhecimento da tecnologia pode levar à facilidade na hora de pensar em melhorias para os três campos citados, já que a tecnologia está diretamente ligada ao valor econômico investido e aos efeitos benéficos e maléficos que pode realizar na sociedade e no meio ambiente. Também pode ser enquadrado o exercício sobre o cálculo para o melhor custo/benefício entre os combustíveis GNV, etanol e gasolina.

Critério 5: Desenvolvimento de habilidades de comunicação com o público para a difusão dos conhecimentos CTS.

Pode ocorrer durante as discussões realizadas entre os alunos e o professor e na elaboração dos trabalhos. Expressar o que se aprende facilita a compreensão do novo conteúdo.

Critério 6: Desenvolvimento de habilidades relativas ao uso da linguagem científica.

Pode ocorrer na hora em que é solicitado aos alunos para que busquem informações em fontes confiáveis e que apresentem dados, gráficos e/ou tabelas nas pesquisas realizadas. O professor precisa dar uma breve orientação sobre as fontes confiáveis já que os alunos, em sua grande maioria, não possuem o conhecimento necessário em tal tipo de busca. O enfoque CTS está ligado à ciência, e a ciência apresenta uma linguagem própria, logo, o domínio, ou a noção, dessa linguagem é de extrema importância para a evolução dos alunos.

Critério 7: Promoção de valores éticos e da valorização dos direitos humanos.

Pode ocorrer durante as discussões realizadas e nos trabalhos elaborados, já que nas situações mencionadas os alunos podem ser levados a enfrentar opiniões divergentes e refletir sobre as consequências de algo tão comum em suas vidas. Esse critério desenvolve o respeito à opinião do outro e o desenvolvimento de um olhar crítico sobre as ideias que temos, por mais consolidadas que estejam.

Critério 8: Uso de diferentes linguagens na expressão das ideias dos alunos.

Pode ocorrer durante o trabalho solicitado para ser entregue na terceira aula pelos alunos, onde há a liberdade para responder a pergunta: “Porque a gasolina, como combustível, possui mais destaque na sociedade entre ela, o etanol e o GNV, sendo que ela é a mais poluente entre eles?”. Essa liberdade proporciona ao aluno pensar além e sair do *status quo* referente ao modo de pensar e responder. Com essa habilidade o aluno pode ter mais facilidade de pensar “fora da caixa” e ajudar a encontrar soluções com mais facilidade.

Critério 9: Promover momentos de tomadas de decisões.

Os estudantes, a todo momento, devem ser encorajados a defender os seus pontos de vista, e de modo a fomentar uma discussão mais concreta, eles são incentivados a buscar argumentos científicos a partir de pesquisas. Após todos os argumentos utilizados, sejam pelos alunos ou pelo docente, cada estudante terá uma reflexão interna que o ajudará a crescer como um ser de sociedade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No enfoque CTS o papel do professor não está em dizer qual é a realidade dos alunos ou no que eles devem acreditar, mas sim em ajuda-los a olhar com clareza para as suas realidades, utilizando conhecimentos científicos e tecnológicos, e se encontrar nelas, gerando assim autoconhecimento de seu lugar na sociedade e como ele pode mudar a realidade para melhor, respeitando sempre todos os seres que se encontram nela. Com base nisso, o plano de aula construído pelos critérios estabelecidos deve atender de modo satisfatório as ideias CTS defendidas neste trabalho.

Dentro da proposta de aula, acredita-se que todos os critérios foram alcançados de forma satisfatória. O interesse do aluno pela química deve ser acentuado pelas atividades que relacionam a química com o cotidiano, como aplicar conceitos de ciência para poder escolher o melhor combustível com base em eficiência e no valor que será gasto. Ainda que estes critérios possuam correlação com outros, sabe-se que alguns podem ser abordados de forma mais superficial. Dessa forma, entende-se a complexidade da elaboração de um projeto que consiga abordar de forma completa todos os critérios selecionados como fundamentais para a abordagem CTS. Entretanto, este trabalho deve servir como um ponto de partida para a iniciação de aulas CTS sabendo que ele foi montado sob um pensamento de cronograma rígido, podendo assim ser aplicado em uma escola pública, onde existe uma liberdade maior no cronograma, ou em uma escola particular, onde os cronogramas não são muito flexíveis.

7. PERSPECTIVAS

Aplicar a sequência didática em mais de uma turma para revelar suas fraquezas e seus pontos fortes na prática para assim desenvolver ainda mais essa ideia e, quem sabe, conseguir montar uma sequência didática para um ano inteiro utilizando a experiência adquirida. Após o aperfeiçoamento da sequência didática o próximo passo seria se aprofundar na estrutura CTS e criar atividades que envolvam outras disciplinas, para que ocorra uma maior complementação de conteúdo, fazendo com que as atividades fiquem cada vez mais elaboradas e próximas da realidade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p.47-59, 1994.

APPLE, M. **Ideologia e currículo**. São Paulo: Brasiliense, 1982.

ARAÚJO, D. L. . O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, Fortaleza – ano 3, v.3, n. 1, p. 322-334, jan/jul 2013.

BALL, David W. **Físico-Química**. 1ª edição, Vol. 1, São Paulo, Thomson, 2005.

BARBOSA, V. . Carros representam 72,6% da emissão de gases estufa em SP. **EXAME**, São Paulo, 25 maio 2017, Brasil. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/brasil>. Acesso em 11 jan. 2019.

CARDOSO, M. L. . Reações Endotérmicas e Exotérmicas. **Cola da Web**. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/quimica/fisico-quimica/reacoes-endotermicas-e-exotermicas>. Acesso em: 20 fev. 2019.

CASSIANI, S.; SILVA, H. C.; PIERSON, A. H. C. . **Olhares para o ENEM na educação científica e tecnológica**. 1ª ed., Araraquara, SP: Junqueira&Marin, 2013.

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M.. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **ATHENA, Revista Científica de Educação**, v.10, n.10, jan./jun. 2008.

COSTA, M. L. A.; ALMEIDA, A. S.; SANTOS, A. F. . A falta de interesse dos alunos pelo estudo da química. **Educon**, Aracajú, Volume 10, n. 01, p. 1-7, set/2016.

COUTO, C. M. . **Estimativa do poder calorífico de madeiras de acácia-negra e eucalipto do Município de Pelotas – RS**. Pelotas, 2014. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e para o escrito: apresentação de um procedimento. In.: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. **Gêneros orais**

e escritos na escola. [Tradução e organização Roxane Rojo e Glais Sales Cordeiro] Campinas, SP : Mercado de Letras, 2004, p. 95 – 128.

FIRME, R. N. ; AMARAL, E. M. R. ; BARBOSA, R. M. N. . Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. In: **XIV ENEQ - Encontro Nacional De Ensino De Química**, 2008, CURITIBA. ATAS DO XIV ENEQ, 2008. v. UNICO.

FREIRE, P. (1996). **Educação como prática da liberdade**. 22ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. . **Fundamentos de física**. 8ª ed. Vol. 4, Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HENRIQUE, R. . Sistema aberto, fechado e isolado. **Arquivobioqui**. Disponível em: <http://arquivobioqui.blogspot.com/2015/09/sistema-aberto-sistema-fechado-e.html>. Acesso em 20 fev. 2019.

LINSINGEN, I. . Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Revista Ciência e Ensino**, v. 1, Número Especial: “Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”, UNICAMP, 2007.

LUCKESI, C. C. . **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 11ª ed. São Paulo: Cortez, 2001. (p.102 a 119)

MENEGOLLA, M.; SANT’ANNA, I. M. . **Por que planejar? Como planejar?** 10ª Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

MENEZES, L. C. de. et al. A formação dos professores e as várias dimensões da educação para as ciências. In: **Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 1., 1997, Águas de Lindóia. *Atas...* Águas de Lindóia, 1997. p. 308-314.

MITCHAM, C., En busca de una nueva relacion entre ciencia, tecnologia y sociedad. In: MEDINA, M., SANMARTÍN, J. (Ed.). **Ciencia, tecnología y sociedad**: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión política y social. Barcelona: Anthropos, p. 11-19. 1990.

MORETTO, V. P. . **Planejamento: planejando a educação para o desenvolvimento de competências**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

PAIS, L. C. . **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PILETTI, C. . **Didática geral**. 23ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2001.

PINTO, J. A.; MACIEL, M. D. . Discussão e debate de questões CTS por alunos do último ano de um curso de licenciatura em química: definição de ciência e tecnologia. **HOLOS**, Ano 30, vol. 01, 2014.

PIRES, M. F. C. . Multidisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade no Ensino. **Interface** – Comunic, Saúde, Educ 2, Fevereiro, 1998.

REUTERS. China vai superar EUA como maior causador do aquecimento global até 2016, dizem especialistas: Guinada histórica pode aumentar a pressão sobre Pequim para adotar medidas. **O GLOBO**, Rio de Janeiro, 13 abril 2016. Sustentabilidade. Disponível em: <https://m-oglobo-globo-com.cdn.ampproject.org>. Acesso em: 10 jan. 2019.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Currículo Mínimo: Química**. Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, J. C. F. . Termodinâmica. **educação.física**. Disponível em: <http://educacao.globo.com/fisica/assunto/termica/termodinamica.html>. Acesso em: 20 fev. 2019.

SANTOS, M. E. . Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: **Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 2., 1999, Valinhos. *Atas...* Valinhos, 1999.

SANTOS, W. L. P. dos. . Educação científica humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria (UFSC)**, v. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W.; MÓL, G. . **Química cidadã: volume 2**, 2ª ed., São Paulo: AJS Ltda, 2013.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. . Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SASAKI, F. . Entenda a decisão de Trump de retirar os EUA do acordo de Paris: Segundo maior poluidor do planeta, os EUA abandonaram o acordo climático que estabelece metas de redução das emissões de gases do efeito estufa. **Guia do Estudante**, Rio de Janeiro, 2 jun. 2017. Atualidades. Disponível em: <https://guiadoestudante-abril-com-br.cdn.ampproject.org>. Acesso em 10 jan. 2019.

SASSERON, L. H. ; CARVALHO, A. M. P. . Construindo Argumentação na Sala de Aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SAVIANI, D. . **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. Campinas: Autores Associados, 2000.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. S. . O Ensino de Ciências e seus Desafios Humanos e Científicos: fronteiras entre o saber e o fazer científico, In: **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru: 2005.

TEIXEIRA, P. M. M. . A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TEIXEIRA, F. N.; FRANCISCO, R. P. . **Combustão. Princípios e Sustentabilidade**. 1ª ed. São Paulo: Appris, 2017.

TORRES, P. M. . Máquina a Vapor. **Cola da Web**. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/mecanica/maquina-a-vapor>. Acesso em: 20 fev. 2019.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. . **Física II – termodinâmica e ondas**, 12a ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008.