



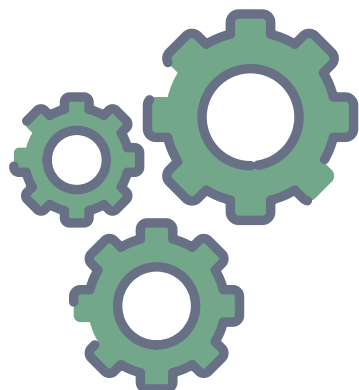
**INSTITUTO
FEDERAL**
Amazonas

**O CALOR DAS TRANSFORMAÇÕES
FÍSICO-QUÍMICAS NA TECNOLOGIA,
SOCIEDADE E NO AMBIENTE**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA
DIDÁTICA DIALÓGICA DA
TERMOQUÍMICA**



**ÁUREA SANDRA ARAÚJO
VANDERLEI ANTONIO STEFANUTO**



Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

A663c Araujo, Áurea Sandra.
O calor das transformações físico-químicas na tecnologia, sociedade e no ambiente: uma proposta de sequência didática da termoquímica / Áurea Sandra Araujo, Vanderlei Antonio Stefanuto. – Manaus, 2021.
91 p : il. color.

Produto educacional proveniente da Dissertação - A formação de servidores da educação profissional e tecnológica em debate: uma proposta a partir da plataforma Moodle (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2021.

ISBN 978-65-88247-39-6

1. Educação profissional e tecnológica. 2. Sequência didática. 3. PROEJA. 4. Ensino de química. I. Stefanuto, Vanderlei Antonio. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 378.013

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DIALÓGICA DA TERMOQUÍMICA

Autora

Prof. Áurea Sandra Araújo

Currículo Lattes:

<http://lattes.cnpq.br/5345135389261737>

E-mail: aurea.manaus@yahoo.com.br

Coautoria e orientação

Prof. Dr. Vanderlei Antonio Stefanuto

Currículo Lattes:

<http://lattes.cnpq.br/0700606379336264>

E-mail: vanderstefanuto13@gmail.com

Projeto gráfico e editoração

Canva.com/design. Autoria própria.

Imagens

unsplash.com/; pixabay.com/

DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO

Disponibilidade: Irrestrita, porém preservados os direitos autorais e proibição do seu uso comercial.

Registro do Produto/Ano: Biblioteca IFAM /CMC, 2021.

Avaliação do Produto: Banca de Defesa da Dissertação composta pelo Prof. Dr. Vanderlei Antônio Stefanuto - Orientador e pelos membros: Profa. Dra. Rosemeri Scalabrin (membro interno) - PROFEPT/IFPA e Profa. Dra. Nádia Maciel Falcão (membro externo) - Universidade Federal do Amazonas - UFAM.

Divulgação: Em formato digital.

URL: Produto acessível no site do PROFEPT - <https://profept.ifes.edu.br/>

Instituições Envolvidas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas e a Fundação de Amparo e Pesquisa do Amazonas.

Idioma: Português.

Cidade: Manaus. **País:** Brasil.

Origem do Produto: Trabalho de Dissertação "Ensino Médio Integrado na Modalidade EJA: formação discente e o ensino da Química", desenvolvido no Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT).

Área de Conhecimento: Ensino.

Público Alvo: Professores de Química do Curso Técnico de Nível Médio em Mecânica integrado à Educação Básica, na modalidade EJA e discentes do mesmo curso.

Categoria deste Produto: Prática pedagógica sequenciada de ensino-aprendizagem da Termoquímica.

Temática Trabalhada: O Calor das Transformações Físico-Químicas na Tecnologia, Sociedade e no Ambiente.

Finalidade: Promover o ensino da Termoquímica integrado, por meio da educação libertadora e do Enfoque CTSA, na formação do pensamento crítico e da consciência socioambiental.

Estruturação do Produto: Sequência didática, dividida em 9 etapas que incluem aulas síncronas, via vídeoconferência e estudo dirigido assíncrono, via Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

**PARABÉNS PELOS 100 ANOS DE NASCIMENTO DE PAULO FREIRE
(1921-2021).**

**“[...] transformar a experiência educativa
em puro treinamento técnico é
amesquinhar o que o que há de
fundamentalmente humano no exercício
educativo: o seu caráter formador.”**

(FREIRE, 1996, p.33).

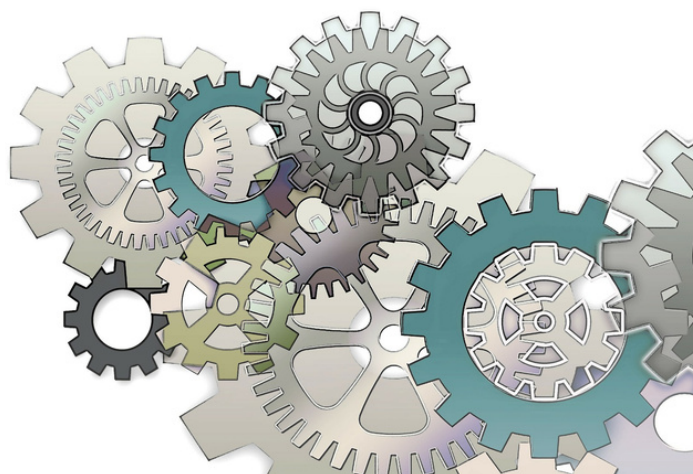


A luta contra a opressão continua!

Aos meus professores, por me ensinarem o valor do esforço, ao meu orientador Prof. Dr. Vanderlei Antonio Stefanuto, pela paciência e dedicação, à Profa. Dra. Deuzilene Marques Salazar, por vir sempre em meu auxílio, nos momentos de dúvidas e inseguranças, ao atual coordenador do PROFEPT Prof. Dr. Cirlande Cabral. Agradeço, em especial, aos estudantes finalistas do Curso Técnico em Mecânica integrado à Educação Básica, modalidade EJA pelo apoio e colaboração, sem os quais este trabalho não poderia ser realizado.

Agradeço, também, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pelo financiamento da pesquisa e do produto didático, e, principalmente, a Deus que, mesmo com os limites das enfermidades que me afligem, permitiu-me esta grandiosa e significativa aventura pelo conhecimento e pela transformação de mim mesma.

Áurea Sandra Araújo



Prezado (a) professor (a)

Este produto educacional é originário de um trabalho de pesquisa oportunizado pelo Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT). A pesquisa intitulada "Ensino Médio Integrado na Modalidade EJA: formação discente e o ensino da Química" foi desenvolvida entre os anos de 2020/2021 com estudantes da então turma PMEC-61 (PROEJA-Mecânica, turma-61) do Instituto Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica do Amazonas, Campus Manaus Centro (IFAM-CMC).

O material de ensino elaborado buscou pelo ensino dialógico auxiliar os docentes da Química atuantes no Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica, na modalidade Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), mais precisamente no Curso Técnico em Mecânica integrado à Educação de Jovens e Adultos (EJA).

O objeto de conhecimento Termoquímica foi apresentado na forma de sequência didática, a partir da temática "O Calor das Transformações Físico-Químicas na Tecnologia, Sociedade e no Ambiente". A temática, desenvolvida com o viés do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), coadunou perfeitamente com a Pedagogia Progressista Libertadora de Paulo Freire, na intenção de formar o pensamento crítico e a consciência socioambiental.

A sequência de ensino-aprendizagem foi estruturada em 5 fases síncronas - onde perdura elementos da mediação pedagógica, leitura de textos e imagens, problematizações e debates e 4 fases assíncronas - com visualização de vídeo aulas e documentários, investigação científica, plantão de dúvidas, resolução de problemas contextualizados. Vale dizer que vivemos em tempos atípicos e a sequência de ensino, aqui apresentada, foi adaptada para a nova realidade educacional, surgida com a crise sanitária imposta pela proliferação do vírus SARS-CoV-2, podendo ser utilizada como projeto integrador.

Bom trabalho!

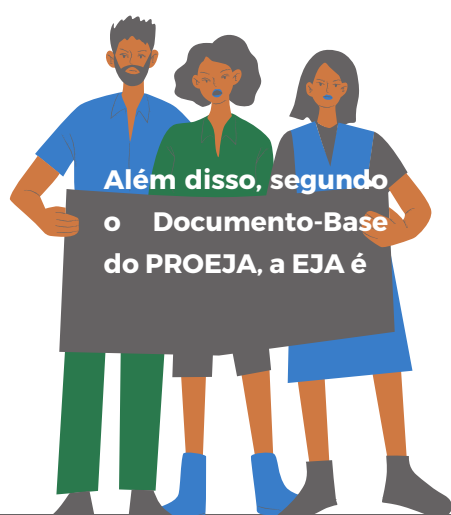
SUMÁRIO

08	JUSTIFICATIVA
13	PROBLEMATIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO
16	OBJETIVOS
17	ABORDAGEM E TENDÊNCIA PEDAGÓGICA APLICADA
22	VISÃO GERAL DO ENSINO DA QUÍMICA
27	PLANEJAMENTO E ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
30	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRIA
66	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA
82	CONSIDERAÇÕES FINAIS
86	REFERÊNCIAS

Sabemos que na vida adulta, o trabalho tem um lugar central. Entretanto, o estudo de caso, que inspirou este produto de ensino, revelou a percepção de que ser competente para o Mercado de Trabalho é o objetivo primeiro da Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada à Educação Básica, na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EPTNM-EJA). Nesta seara, o estudo de campo apontou que os discentes da EJA, ainda, encontram-se em situação de oprimidos, necessitando ultrapassar situações limites, no alcance da desalienação e da consciência crítica sobre a importância da formação humana e integral.

É certo que há uma forte tensão entre capital e trabalho. No entanto, se a EPTNM-EJA limitar-se ao caráter de funcionalidade, atendendo às necessidades produtivas capitalistas, por requisitos técnicos, formativos e ideológicos, como força de trabalho e de estoque disponível, os discentes formar-se-ão pela metade e ficarão mais suscetíveis a aceitar as imposições do capital. Além do mais, Freire (1996) já explicou sobre o papel do educador em promover a consciência nos sujeitos de presença no mundo, não de quem se adapta a ele, mas quem se insere nele com liberdade e autonomia.

O Documento Base orientador do PROEJA apresenta uma proposta de EPTNM-EJA irrestrita ao Mercado de Trabalho, mas na perspectiva do jovem e do adulto formarem-se para o mundo do trabalho, a partir da educação humana e integral.



[...] compreendida na perspectiva da formação para o exercício pleno da cidadania, por meio do desenvolvimento do pensamento crítico e autônomo de cidadãos participativos, conscientes de seus direitos sociais e de sua compreensão/inserção no mundo do trabalho, entendido como elemento fundamental ao processo de omnição de homens e mulheres e de produção cultural. (BRASIL, 2007, p. 42).

Ademais, dentro da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) é defendido a formação omnilateral e politécnica, em que o Trabalho, a Ciência, a Tecnologia e a Cultura são eixos integradores do ensino para a superação da fragmentação do conhecimento.

Outra descoberta da pesquisa foi a predominância da visão linear da Ciência e Tecnologia (C&T) dos discentes da PMEC-61. Concordamos que C&T transformam as sociedades e hoje essas inovações são constantes e aceleradas, alterando drasticamente a cultura. Preocupamo-nos, porque o Capital não pode exercer suas visões metabólicas sem destruir, para isso utiliza-se da C&T como ferramentas de expansão e de destruição (MÉSZAROS, 2008).

Nesta perspectiva, o ensino das Ciências da Natureza, em particular da Química, não pode estar centrado, unicamente, em seu aspecto utilitário, aludido pelos estudantes do PROEJA, já que a sociedade atual é marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, podendo desfrutar dos seus benefícios, bem como, testemunhar os impactos negativos sobre o meio ambiente e em si mesma.

Nossela (2008) enfatiza a importância do saber científico, mas fala, também, que ele seja consciente, guiado por um farol capaz de iluminar a mente humana, gerando, com isso, a felicidade do coletivo.

Diante destas contradições, encontramos na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e no amparo da pedagogia de Paulo Freire a inspiração e o suporte na elaboração de uma sequência de ensino-aprendizagem de Química, capaz de ser mais significativa, não apenas ao trabalho de um técnico, mas também para o enriquecimento cultural.

Acreditamos que aprender Química, no contexto de uma formação cultural, envolve lidar com um tema de estudo, em suas múltiplas interações, com o trabalho, a sociedade, a tecnologia e o meio ambiente.



Dessa maneira, o enfoque proposto neste produto educacional é o ensino que visa formar o cidadão consciente de sua responsabilidade socioambiental. Para isso, combinamos a aprendizagem unificada dos conhecimentos, na construção da mente desalienada e na habilidade de tirar conclusões, com base em processos e metodologias próprias da produção da Ciência. O Documento Base do PROEJA colabora neste pensamento quando, em suas linhas, aborda o enfoque problematizador no ensino, na intensão de desenvolver valores éticos e de cidadania.

“Educar para a cidadania implica não só a proposição de novos conhecimentos, mas também a compreensão da sociedade na qual o indivíduo está inserido.” (SILVA, 2018, p.36).



Contribuindo, Nascimento, Rodrigues e Nunes (2016) arguem sobre vários trabalhos científicos que tratam dos benefícios da dimensão CTSA na EPT. A abordagem em questão desperta o interesse dos estudantes quanto às questões científico-tecnológicas, desenvolve o senso ético e de responsabilidade no trabalho, levando à tomada de decisões que provocam mudanças sociais, com a intenção de melhorar a qualidade de vida de todos, como resultado da cidadania aplicada (NASCIMENTO; RODRIGUES; NUNES, 2016).

Almejamos que os discentes do PROEJA, ao compreenderem um tema social do passado e/ou do presente, possam analisá-lo, assumindo uma postura crítica diante dele. Poderão, então, tomar decisões sobre o mundo natural e sobre as mudanças nele provocadas pela atividade humana.

Partilhamos da compreensão de que a Química é uma Ciência que se apoia em teorias que foram elaboradas dentro de um processo histórico e social. Assim, procuramos reforçar, neste material de ensino-aprendizagem, a visão de Kuhn (1998, p. 209) de que “a educação científica não possui algo equivalente ao museu de arte ou a biblioteca de clássicos”.

Por intermédio de Mortimer e Machado (2016), aprendemos que o ensino tradicional da Química reforça a falsa visão de que a Ciência traz verdades prontas, estáticas e frias, não dando margem para a compreensão, que trata de verdades provisórias as quais podem ser renovadas e ampliadas com novas descobertas.

Nesse viés, a **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC) explica que a aprendizagem dos estudantes será efetiva se assegurar neles a capacidade de participar ativamente na sociedade. Debatendo, entendendo, conscientizando-se e questionando com argumentos lógicos as demandas exigidas na vida em sociedade. (BRASIL, 2018a).

Pela percepção de sua universalidade o ensino-aprendizagem de Química, pode e deve contribuir na superação de situações-limites, ou seja, na falsa percepção de que a C&T são neutras e necessitam sempre avançar, sem limites.

Sabemos que a C&T tem seu lado bom, quando há nelas a consciência do bem-estar do coletivo. Todavia, Kuhn (1998) alerta sobre a fragilidade do controle que a sociedade sempre possuiu sobre o empreendimento científico. Nossela (2008) participa acrescentando:



*as guerras atômicas ou tecnológicas, ou mesmo qualquer outro tipo de guerra, os extermínios por fome, doenças e por ódios étnicos, o terrorismo, a violência e, mais especificamente, o holocausto de tristíssima memória recolocaram em tela o tema da consciência individual, **que guiaram a C&T.** (NOSELA, 2008 , p. 264, grifo nosso).*

Neste momento de evolução científico-tecnológica, o domínio destes conhecimentos e ferramentais, através de consciências individuais, vem trazendo resultantes catastróficas para a humanidade. É certo que não resistiremos se não for encarado seriamente o colapso ético-político, instaurado a partir do industrialismo dos séculos XVIII e XIX.

Assim sendo, este trabalho é respaldado em sua importância social, já que a ação do ser humano sobre si e sobre o seu meio pode se dar de forma consciente ou inconsciente. Esta última é o resultado de toda a opressão vivenciada, seja no trabalho, seja na educação ou no modo de pensar, propagando a cultura da opressão sobre o Planeta Terra, único que temos para viver e nutrir-nos.

"Quanto mais conscientizados nos tornamos, mais capacitados estamos para ser anunciadores e denunciadores, graças ao compromisso de transformação que assumimos". (FREIRE, 1976, p.16).



A conscientização para Freire é "[...] tomar posse na realidade", "[...] não se pode denunciar a estrutura desumanizante se não a penetra para conhecê-la." (FREIRE, 1979, p.16).

A partir de nosso local de fala, como docentes, temos o dever de orientar os sujeitos estudantes de que a crise vivenciada hoje tem aspectos que vão além da C&T, quando, por exemplo, criam máquinas cada vez mais sofisticadas que, da mesma forma, superconcentram riquezas, elevam o número de pobres e miseráveis.

A nossa expectativa com esta proposta é que, ao final de cada momento, a construção do conhecimento proporcione aos discentes uma compreensão do ponto de vista científico-social e ambiental e que essa aquisição assegure mudanças comportamentais.

O Ensino da Termoquímica, numa proposta reconciliadora dos conhecimentos científicos, com contribuições do Enfoque CTSA e suporte na Pedagogia Progressista Libertadora, contribui para a formação cidadã no fortalecimento da Formação Humana Integral (FHI)?

Com a temática, abordamos conhecimentos científico-tecnológicos que envolvem o calor nas transformações físico-químicas, suas trocas, bem como as transformações da sociedade, nos quesitos tecnologia, trabalho, cultura e ambiente, decorrentes do desvelamento desses conhecimentos.

Em nossa proposta de ensino, expomos e debatemos a progressiva poluição atmosférica por gases do efeito estufa, desencadeados, em maior escala, com o advento do aperfeiçoamento da máquina a vapor, que inaugurou o industrialismo, em meados do século XVIII e consolidou o Modo de Produção Capitalista, eclodindo na criação do motor de combustão interna e na produção em massa, responsável pela atual sociedade de consumo inconsciente.

Conforme o Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Mecânica, na forma integrada com a EJA, do IFAM-CMC, o ensino da Termoquímica dar-se-á no 3.o Semestre, coincidindo perfeitamente com o ensino da Ecologia, em que trabalhamos alguns conceitos referentes ao fluxo de energia na natureza, o ciclo biogeoquímico do carbono, para a discussão dos efeitos da elevação da quantidade de carbono na atmosfera, pela interferência humana.

A mesma convergência de aplicações não ocorreu com os conhecimentos de outras disciplinas científicas, como a Física, onde tratamos de alguns conceitos da Calorimetria e o conceito de Máquinas Térmicas e a Filosofia, em que discutimos os impactos da 1.o e 2.o Revolução Industrial na sociedade e no meio ambiente, todos vistos no 4.o Semestre.

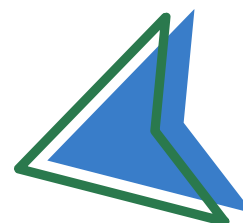
Vale dizer que estas barreiras não represaram nossa proposta de experimentar o ensino da Química conectado a outros conhecimentos, a fim de fornecer uma formação mais humana e integral, com consciência socioambiental na EJA.

Na elaboração da sequência de ensino-aprendizagem, trabalhamos diferentes tipos de conteúdos. Para Zabala (1998), o conteúdo constitui tudo a ser compreendido, para o alcance das intenções educativas, não significando apenas o desenvolvimento das capacidades cognitivas, mas também de todas as outras capacidades humanas.

Os conteúdos podem seguir um conceito ingênuo, fazendo-se funcional para cada fase da vida dos sujeitos. Contudo, devemos, como professores, tratá-lo a partir do paradigma filosófico da libertação, sendo ele em sua forma crítica e dinâmica, relacionando-o ao mundo real dos sujeitos. O conteúdo em sua forma crítica, portanto, “[...] não é um adorno do espírito, mas um “instrumento de realização do homem” dentro de seu ambiente social” (PINTO, 2010, p. 47).



Lembre-se professor, o conteúdo, que é ensinado e a forma como é executado definem a finalidade da educação.



Apresentamos, nesta proposta, os Conteúdos Factuais e Conceituais (e de princípios) da Termoquímica, ao dar maior profundidade aos fatos históricos, aos conceitos, leis e regras necessários ao aprendizado científico, integrados a outros tipos de conteúdos que completam a formação do estudante. Dentre eles, estão os Conteúdos Procedimentais, mediados pela resolução de atividades guiadas em graus progressivos de complexidade e de autonomia, problematizando situações relacionadas a fenômenos comuns e com o trabalho de um Técnico em Mecânica.

Os Conteúdos Atitudinais tiveram o papel de formar seres humanos com consciência socioambiental, ou seja, pessoas que entendem depender do coletivo a vida sustentável, necessária para a existência das próximas gerações.

Na perspectiva de Silva (2018), a educação crítica e ecológica é uma arma eficaz contra a acumulação de bens materiais e a visão ingênua de progresso ilimitado a qualquer preço..

Daí que o educador consciente entende que educar é um fato político e social. Como mediador, sabe que todos devem ser instruídos, porque o ser humano, que adquire o saber, transforma o seu mundo e faz de seu entorno um local melhor para se viver.



"Educar é substantivamente formar." (1996, p. 33).



A proposta de ensino, aqui tratada, buscou traçar um caminho sequencial por etapas. Como pretendíamos elaborar um material didático direcionado aos sujeitos estudantes do Curso Técnico de Nível Médio em Mecânica, iniciamos com o uso de imagens geradoras de diferentes máquinas térmicas, como eixo comunicacional, facilitando o desenvolvimento da educação dialógica, amalgamada à educação crítica e socioambiental.

3.1 OBJETIVO GERAL

A proposta deste trabalho foi desenvolver uma sequência de ensino-aprendizagem, como Produto Final a ser disponibilizado ao término da pesquisa.


Objetivamos promover na educação científica-tecnológica a conscientização socioambiental, promovendo a dialogicidade dos conhecimentos, pelo conhecimento integral. Acreditamos que isto torna possível ao sujeito estudante da EPT, integrada à EJA, transitar pelo conhecimento sem os limites da fragmentação, contribuindo, assim, para sua FHI.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ampliar o perfil conceitual dos estudantes sobre máquinas térmicas, associando-as as transformações de energia. Com isso, revelar a Energia em sua importância para a vida e para o trabalho, a partir do contexto histórico-social-ambiental;
- Problematizar o papel da C&T nas sociedades durante e após a Primeira Revolução Industrial e suas relações com as mutações no trabalho e o crescimento da opressão sobre o meio ambiente, introduzindo o conceito de ecologia;
- Reconhecer as fontes de energia renováveis e não renováveis e debater sobre as várias fontes, seus pontos positivos e negativos, analisando criticamente as questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos naturais.

A educação sempre fez parte da vida do ser humano e continua hoje a fazê-lo. Antes da escola, como instituição formal, os sujeitos educavam-se, a princípio, pela família e depois pelo trabalho, que adquiria um sentido ontológico.

Considerando a concepção de ser humano, a complexidade da realidade educacional e para qual sociedade importa esta formação, temos a percepção de que cabe ao professor a decisão final sobre qual abordagem será melhor aplicada, em cada etapa da vida do estudante.



[...] uma das tarefas precípuas da prática educativa-progressista é exatamente o desenvolvimento da curiosidade crítica, insatisfeita, indócil. Curiosidade com que podemos nos defender de "irracionalismos" decorrentes do ou produzidos por certo excesso de "racionalidade" de nosso tempo altamente tecnologizado. (FREIRE, 1996, p. 32).

Neste produto de ensino, somos influenciados pelo paradigma Sociocultural, com a Tendência Pedagógica Progressista Libertadora de Paulo Freire, a fim de superar a relação opressor-oprimido.

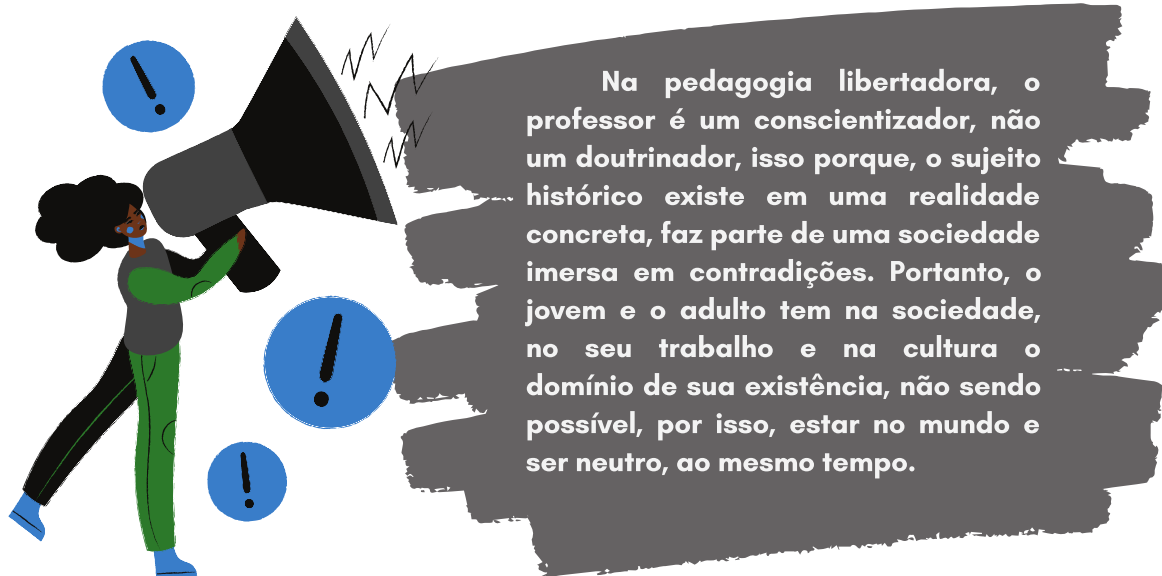
Mizukami (1986) sustenta Paulo Freire como representante brasileiro da abordagem Sociocultural, enfatizando aspectos sócio-políticos-culturais no processo educativo. Camillo e Medeiros (2018) retratam esta abordagem dentro das teorias sociocríticas, cuja corrente epistemológica concebe a educação como meio de modificar a consciência humana, para que o sujeito transforme sua realidade.

A tendência progressista libertadora objetiva o ensino voltado para a denúncia dos meios de opressão das classes dominantes.

Quanto mais o ser humano refletir sobre seu ambiente concreto, ou seja, sua própria realidade concreta, gradualmente se torna consciente e comprometido em intervir na realidade para mudá-la (FREIRE, 1979).

Desse modo, a função social do ensino, portanto, deve ir além de uma formação laborativa, mas desenvolver, ao máximo, as potencialidades humanas em refletir e analisar o objeto criticamente.

Com a pedagogia progressista libertadora podemos difundir a educação socioambiental, na construção de seres humanos críticos, que entendam serem parte de um ecossistema planetário, porque educar para sustentabilidade, também é cultura. Uma cultura que transita pelo social, ambiental, político, etc., libertando e humanizando as pessoas (GADOTTI, 2008).



O estudante, sujeito da educação, tem no professor aquele está ao seu lado na mediação entre o mundo da cultura, que o permite se expressar, ser curioso, que o desafia o conduzindo ao pensamento crítico, sobre a realidade histórica e concreta. A relação educador-educando é discutida com maior profundidade no item a seguir.

4.1 O EDUCADOR E OS EDUCANDOS DA EJA

O educador de jovens e adultos, como todos os demais educadores, devem se preparar continuamente (FREIRE, 1996). Ensinar exige do docente pesquisa, inquietação e humildade, para aprender sempre. Renovando não somente os conhecimentos, mas também suas concepções de mundo e da ação pedagógica. Sensibilidade e humildade em aprender com a diversidade de visões de mundo, com a diversidade é um dos atributos do educador. Assim, o professor ensinando, educa o ser humano, ao mesmo tempo que, também, educa-se.

Freire (1996) grifa o compromisso ético na função de professor, o respeito aos estudantes em uma relação horizontal, mas de autoridade democrática, não autoritária.


Gadotti (2003, p. 69) compactua da visão de Freire (1996), sustentando fazer parte da competência do docente o comprometimento com a função, de forma ética e com a consciência de que “[...] o mesmo movimento que recupera o sentido do trabalho do professor é o que dá sentido ao estudo para o aluno”. A estrada é a mesma para ambos, como lembra Gadotti (2003).



Saber ensinar é um outro atributo do educador. “[...] o bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento de seu pensamento, **por isso, lança constantes desafios para que o faça e ultrapasse a consciência transitiva ingênua.**” (FREIRE, 1996, p.86, grifo nosso).

Quando ambos, educador e educandos, estão empenhados, o discente amplia sua capacidade cognitiva, afetiva e moral, transforma sua mente, reflete criticamente. Ao mesmo tempo, ressignifica o que aprendeu, pois internamente é outra pessoa, mudou sua visão de mundo.

Em suas falas, Freire (2000) mostra-nos algumas preocupações quanto à EJA, não somente nas questões epistemológicas, que orientam a práxis pedagógica, mas, também, no comprometimento com a própria ação pedagógica na EJA:



[...] a necessária formação técnica-científica dos educandos por que se bate a pedagogia crítica não tem nada que ver com a estreiteza tecnicista e cientificista que caracteriza o mero treinamento. É por isso que o educador progressista, capaz e sério, não apenas deve ensinar muito bem sua disciplina, mas desafiar a pensar criticamente a realidade social, política e histórica em que é uma presença. (FREIRE, 2000, p.22).

Quando o docente exclui a reflexão crítica da realidade exterior no processo educativo, transmitindo um conhecimento em seu formato pronto, os estudantes tornam-se o objeto da educação: um cidadão mínimo, moldado para uma sociedade excludente e dual. Esse ser oprimido abraça a cultura dominante, como se fosse sua própria, passando a ser um consumidor passivo e reproduzidor de ideias hegemônicas destrutivas, direcionadas às massas.

Por outro lado, o educador que conhece o caráter social e vital da educação crítica, pratica a mediação (dialética) entre o conhecimento inacabado e o sujeito, a razão de tudo. Este sujeito, reconhecendo-se como ser inacabado, age sobre o conhecimento, modifica a si mesmo e, com isso, a sociedade em que vive. Ao substituir concepções ingênuas, dá lugar a um novo conhecimento, para novamente ser ultrapassado por outro, de maior complexidade, elevando-se, assim, culturalmente.

Para isso, levamos em consideração o ensino contextualizado, conversando com outros saberes e a ação dialógica com os atores. Freire (1983, p. 93) defende o diálogo constante na prática pedagógica, como uma “[...] exigência existencial”.

O professor precisa saber romper a tensão existente entre o ensinar e o educar. Isso, porque o professor não é um transmissor de valores e conhecimentos e nem os estudantes são recipientes, para serem enchidos de informação (FREIRE, 1983).

Vale ressaltar sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNs) que colocam o diálogo, em seu duplo aspecto, na centralidade de uma escola de atributo igualitário (BRASIL, 2013).

O diálogo entre os saberes faz parte da educação integral que conforme Gadotti (2009, p. 97) explica é “[...] omnilateral e não parcial e não fragmentada. Uma educação integral é uma educação com qualidade sociocultural”.

Entendemos que o diálogo contribui no aprendizado. Isso implica perceber os discursos, as formas de ver e expressar o mundo, ampliando o espaço para que os sujeitos tenham o papel ativo, na descodificação do conhecimento não fragmentado, afim de que possam transmutar a consciência, de sua fase ingênuo e oprimida para a crítica e de responsabilidade social.

5. VISÃO GERAL DO ENSINO DA QUÍMICA



A Química está presente na vida de todo ser humano, vincula-se intimamente com a nossa sobrevivência: seja pelos saberes populares, seja por meio da escolaridade ou, ainda, pela simples convivência com alimentos, medicamentos, produtos de higiene e limpeza, combustíveis, tintas e pigmentos, solventes, lubrificantes, pilhas e uma infinidade de produtos e processos, que ocorrem a todo momento e, muitas vezes, não são percebidos por leigos (SRIVANO et al., 2013).

A perspectiva de ensinar a Ciência Química, unificada à sobrevivência humana e ao desenvolvimento tecnológico e socioambiental, permite a percepção de que o ensino da Química precisa superar a compartimentação do conhecimento, antes rígida, para, então, poder contribuir para a FHI dos sujeitos.

Com estas proposições, as DCNEM, bem como a BNCC, consideram a Biologia, a Física, a Química integrantes de uma mesma área de conhecimento, com propósitos gerais em comum, que consistem na investigação da natureza e no desenvolvimento tecnológico (BRASIL, 2018a). Tais documentos legais recomendam ao ensino explicitar vínculos comuns entre as disciplinas da mesma área de conhecimento, promovendo, assim, sua interdisciplinaridade.

Por meio de Santos e Mol (2016), sabemos que o ensino da Química na educação básica brasileira tem se mostrado desinteressante, para boa parte dos estudantes, que pouco compreendem sua função e necessidade. Talvez, a percepção de Ciência maçante ocorra porque a Química, para muitos educadores da educação básica, seja ainda tratada isolada da vida, como uma ciência fria e dura. Neste caso, a educação científica é qualificada como bancária e o professor um transmissor de conhecimentos não decodificados.

Lisboa et al. (2016) assumem não haver orientação geral, única e pronta para proporcionar um ensino de qualidade, que efetivamente contribua para a formação integral e humana, dada pelos documentos legais da educação. São inúmeros os caminhos que podem ser trilhados.

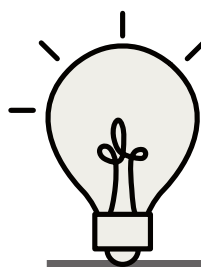
Na visão moderna de ensino, segundo Lisboa et al. (2016), o professor não é responsável somente pelo desenvolvimento dos conteúdos específicos de sua disciplina; cabe ao educador ser um articulador de conhecimentos de sua disciplina com as demais que integram a matriz curricular, de modo a propiciar nos sujeitos uma visão ampla e interdisciplinar do conhecimento humano.

Conforme a narrativa do PPC (2020) - Técnico de Nível Médio em Mecânica, na forma integrada, modalidade EJA, a concepção metodológica aplicada prioriza a compreensão dialética do mundo pelo estudante, para, assim, ele possa se posicionar ativamente na vida real, pela prática social (IFAM, 2020).

Neste sentido, é imprescindível problematizar questões sociais, ambientais, tecnológicas, políticas, éticas e econômicas, à luz da Química. Essa preocupação está explícita, nos princípios da Educação Ambiental, vinculados às DCNs (BRASIL, 2013).

A proposta curricular da BNCC, ao incluir as vivências dos estudantes, abarcando as tradições culturais, os fenômenos do cotidiano, a interação da sociedade com o mundo e a compreensão de como a Ciência e a Tecnologia são fatores que interferem na produção de bens de consumo, na cultura de um povo e no ambiente como um todo, tem por objetivo tornar o ensino da Química mais significativo para os estudantes,

Verificamos, também, esta sinalização quando o Documento Base do PROEJA almeja uma sociedade harmônica com o meio ambiente e quando a Resolução CNE/CEB n.o 3 de 2018 versa em seu Art. 27 sobre atividades integradoras vinculadas ao trabalho, ao meio ambiente e à prática social. Em sua concretização, orienta para a problematização, com análise e reflexão crítica, estimulando a curiosidade e a pesquisa (BRASIL, 2018b).



As observações dos fenômenos, a partir de atividades de pesquisa e experimentação, incentivam a curiosidade, tem caráter investigativo e podem ser um ponto de partida na construção dos significados dos conceitos. Investigando fenômenos, os sujeitos podem estabelecer as relações conceituais e até elaborar novos conceitos, favorecendo o letramento científico dos mesmos (Bianchi; Albrecht; Maia, 2005).

As competências e habilidades, conforme explica a BNCC (2018a), permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais no que se refere à contextualização social, cultural, ambiental e histórica dos conhecimentos, o que favorece a apreensão deles e intervenção na realidade.

Wartha e Alário (2005, p. 43) ensinam que contextualizar “é construir significados não neutros, capazes de incorporarem valores, porque explicitam o cotidiano, constroem compreensão de problemas do entorno social e cultural, ou facilitam viver o processo da descoberta”.

A problematização surge do ensino contextualizado, integrado a outros campos do conhecimento. Isso promoverá nos sujeitos maiores conectivos cerebrais, dando maior relevância ao conteúdo.

Se pensarmos na visão de Freire (1967), a problematização origina-se das relações do ser humano com o mundo que o cerca. O problema, portanto, surge a partir de uma realidade concreta na vida do estudante, uma situação local, que poderá se estender a problemáticas regionais, nacionais e mundiais.

Priorizar o enfoque problematizador, através do diálogo, no desenvolvimento de valores éticos e de cidadania, pode ser uma forma de enfrentamento dos problemas sociais e ambientais existentes hoje (GADOTTI, 2008). Neste sentido, devemos, como professores, envolver os estudantes em discussões de questões próximas ao cotidiano dos sujeitos, a fim de tornar o conhecimento relevante para a formação de atitudes críticas (SILVA, 2018,).

Em nosso estudo de campo, esclarecemos aos sujeitos do PROEJA sobre nossos propósitos de ensinar Química relacionando-a a questões do trabalho, da sociedade e ambientais. A pesquisa mostrou-se fértil, quando eles apontaram diversos temas relacionados à poluição atmosférica. Os estudantes expuseram suas insatisfações sobre as emissões de gases tóxicos, pelos transportes públicos de massa, lembraram o crescente número de áreas queimadas na Amazônia e, ainda, um dos sujeitos destacou o negacionismo humano em torno do aquecimento global. Tudo isso confirmou que o ensino não pode estar desligado do mundo real e da vida em sociedade.

5.1 O ENFOQUE CTSA NO ENSINO DA QUÍMICA

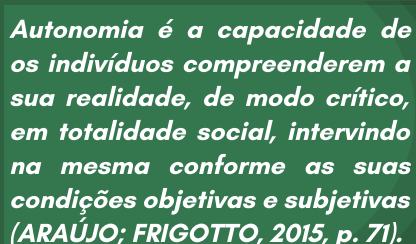
Os estudos Ciência-Tecnologia-Sociedade, segundo Palacios et al. (2003), proporcionam a compreensão social da Ciências e da Tecnologia, sob os seus vários aspectos e implicações no campo social, econômico, político, ambiental, etc. Trata-se de um ensino capaz de ser uma ferramenta cultural do conhecimento científico, com compromisso ético (SANTOL; MOL, 2016).

A proposta do ensino-aprendizagem com bases na Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente introduz o letramento científico e tecnológico, contribuindo na desalienação cultural. Vale ressaltar que a adição do "A" de ambiente é proposital, ressaltando a urgência na conscientização ambiental

Chassot (2003,) afirma que ao tratar da relação complexa entre ciência e sociedade, permite a solução de problemas de necessidades de saúde e de sobrevivência, pela tomada de consciência da ação do homem no planeta.

Fazendo-se parte da práxis pedagógica, como ação cultural, o docente trabalhará com mais eficácia a argumentação e a contra argumentação, baseando-se em problemas do coletivo social, decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico.

Como a centralidade do processo de ensino-aprendizagem que é a formação do sujeito, com autonomia intelectual, de consciência socioambiental, reflexivo e crítico, o educador em Química pode utiliza-se, do enfoque CTSA (CTS). O ensino com bases CTSA, em sua essência é dialógico e supera a fragmentação.



Autonomia é a capacidade de os indivíduos compreenderem a sua realidade, de modo crítico, em totalidade social, intervindo na mesma conforme as suas condições objetivas e subjetivas (ARAÚJO; FRIGOTTO, 2015, p. 71).



Vale comentar que a educação CTSA pode alçar aspectos próprios da didática, sem, no entanto, requerer mudanças curriculares. Isso requer metodologias que despertem a curiosidade e incentivem a participação dos discentes na busca pelo conhecimento. Interligando os fenômenos que ocorrem em sua volta, os sujeitos poderão refletir e compreender melhor as questões mais complexas da Química.

Santos e Mól (2016) concordam sobre a percepção dos múltiplos aspectos dos conhecimentos, sendo trabalhados por temáticas.

Os temas, na perspectiva de Freire (1983, p. 110), integram-se a outros, como uma cadeia de conexões, envolvendo “situações-limites” da realidade concreta vivenciada pelos estudantes do processo educativo. Além do mais, de acordo com o Documento Base do PROEJA, as temáticas trabalhadas devem possibilitar o exercício da pedagogia problematizadora (BRASIL, 2007).

Escolhemos a temática “O Calor das Transformações Físico-Químicas na Tecnologia, Sociedade e no Ambiente” por ser um tema com possibilidade de transitar entre vários conhecimentos, como também, podemos trabalhar nele, fortemente, a educação ambiental ao problematizar situações-limites, favorecendo a formação cidadã.

Indicamos iniciar a abordagem da temática a partir de realidades distintas, do passado e do presente, explorando situações ligadas a própria vida dos estudantes, no contexto do trabalho e da comunidade; expandindo, posteriormente, para outros contextos em que a ação dos seres humanos no mundo repercute globalmente. Cabe, portanto, ao professor ampliar o tratamento do tema. Se o desejar, o cenário micro (local e da comunidade) pode ser utilizado para contextualização, visando desvelar problemas macros (regionais e globais). Problematizando e refletindo sobre situações perversamente naturalizadas, os sujeitos desenvolvem o pensamento crítico, propondo soluções para os impasses vivenciados hoje.



6. PLANEJAMENTO E ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática é uma estratégia de ensino-aprendizagem que almeja auxiliar os educandos a compreenderem melhor um tema específico. Seu resultado surge a partir de um rigoroso planejamento e execução com várias atividades que dialogam entre si.

Conforme Luckesi (1994), o planejamento do ensino é uma ação intencional, não neutra; um ato político-social, científico e técnico. É, também, o princípio das ações pedagógicas necessárias ao aprendizado do estudante. Portanto, o planejamento deve estar comprometido com as finalidades fundamentais da educação, que é formar integralmente o ser humano.

Ao projetar suas ações, a partir dos seus objetivos, o educador embasa-se nos referenciais teóricos e científicos. O planejamento não deve ser rígido, mas preocupar-se com as necessidades de aprendizagem dos estudantes daquele momento. A comunicação, o diálogo, os incentivos à participação e a construção de novos conhecimentos jamais devem ser esquecidos no decorrer da prática pedagógica.



O educador progressista cria condições que possibilitam o desenvolvimento progressivo de reflexões críticas, por meio de uma práxis bem planejada, tornando possível ao estudante o confronto e posicionamento crítico sobre as contradição de opostos nas relações dialéticas. Para isso, fizemos uso de **imagens geradoras**, significativas para os discentes da mecânica, onde foi possível unificar os saberes científicos em sua relação histórica e material com a sociedade.

"Ao contrário de palavras, as imagens têm um caráter imediato: as informações visuais são processadas pelo cérebro com uma rapidez 60 mil vezes maior que o texto." (BUZAN, 2019, p. 40).

COMPONENTE CURRICULAR	NÚCLEO	SEMESTRE	UNIDADE
-----------------------	--------	----------	---------

Química.	Básico.	03.	III
----------	---------	-----	-----

ÁREAS DE INTEGRAÇÃO

Filosofia; Física; Biologia; Matemática; Português, Motores de Combustão Interna.

AULAS SÍNCRONAS

5 aulas de 40 min. .

ATIVIDADES ASSÍNCRONAS

4 aulas, a partir da plataforma Google Sala de Aula ou do Ambiente Virtual de Aprendizagem.

TÍTULO DA UNIDADE

Termoquímica.



TEMÁTICA TRABALHADA

O Calor das Transformações Físico-Químicas na Tecnologia, Sociedade e no Ambiente.

COMPETÊNCIAS GERAIS

1; 2; 6; 7; 8; 10.

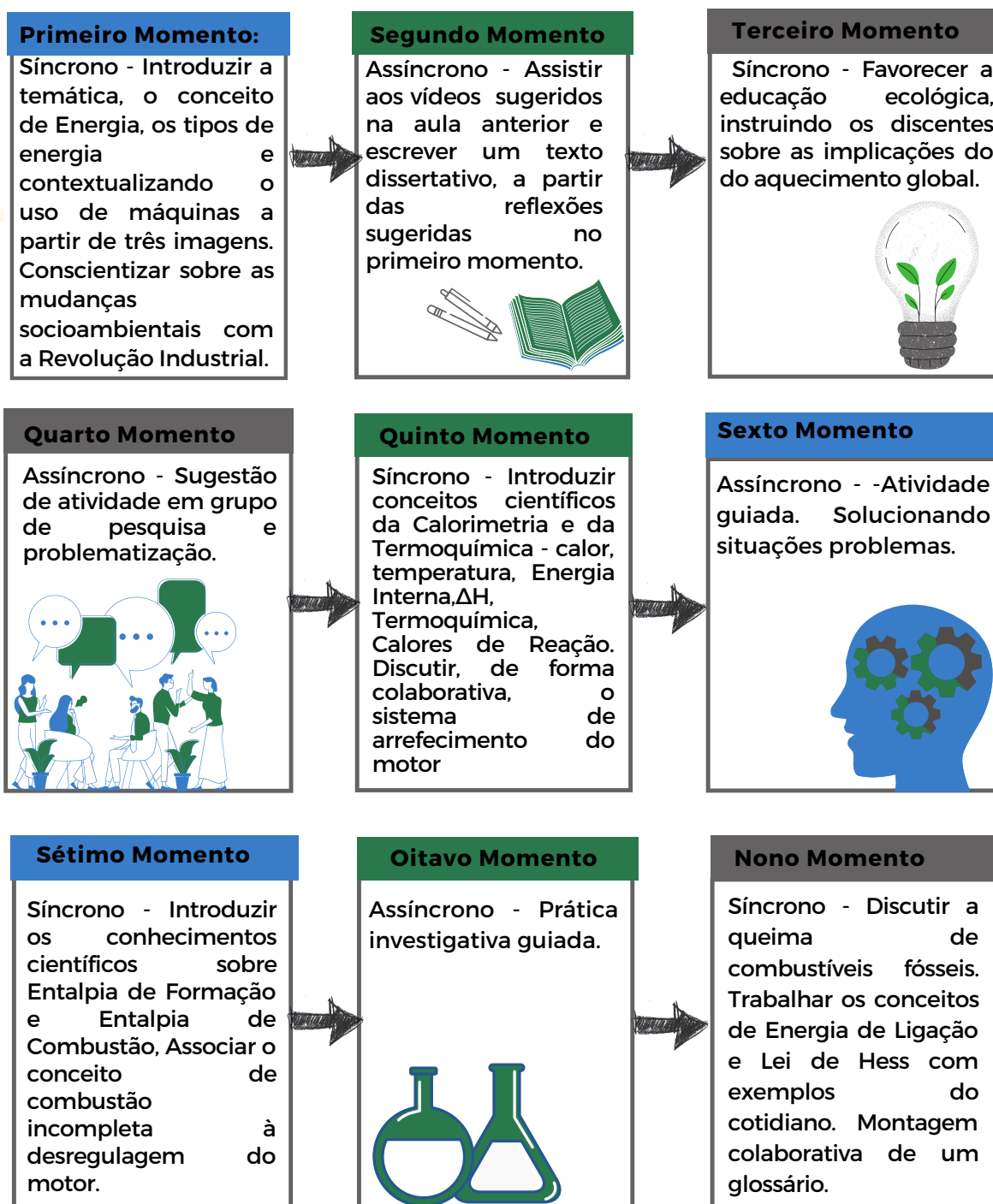
COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS

1; 2; 3.

OBJETIVO GERAL

Desenvolver, nos sujeitos da aprendizagem, a capacidade de compreender de forma dialógica os fundamentos científicos da Termoquímica; propondo uma discussão crítica das transformações nos modos do trabalho, da cultura e dos ecossistemas, decorrentes do desvelamento destes princípios, que contribuíram na substituição da força motriz animal pelo uso de máquinas térmicas. A partir disso, reforçar o senso de responsabilidade socioambiental.

6.1 ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA



CONTEXTUALIZANDO A TEMÁTICA:

A temática “O Calor das Transformações Físico-Químicas na Tecnologia, Sociedade e Ambiente” foi desenvolvida pensando no diálogo do objeto de conhecimento Termoquímica com outros conhecimentos científicos e técnicos.



A Termodinâmica trata da Energia e suas transformações, sejam elas naturais ou não, dentro dela está a Termoquímica ocupando-se com a liberação e a absorção de calor durante uma transformação química ou de estado de agregação da substância (RUSSEL, 1981).

Falar de Calor é falar, também, de Energia, já que Calor é a transferência de energia térmica de um corpo, ou sistema, para outro, unicamente pela diferença de temperatura existente entre eles (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2016). Santos e Mol (2016) ensinam que a Energia permite a um sistema transformar-se ou movimentar-se, então, a relacionamos com a capacidade de realizar Trabalho. Temos que é pelo calor produzido, a partir das transformações químicas que podemos transferir energia, convertendo-se em trabalho.

O entendimento das transformações de energia, pela Termodinâmica, inaugurou novos tempos para a Humanidade, possibilitando a construção de máquinas térmicas mais eficientes.

Nesta seara, entra as contribuições da Termoquímica, visto que grande parte da energia utilizada provém de reações de combustão. Conhecer esse processo e controlá-lo permitiu o desenvolvimento de instrumentos tecnológicos e mais Ciência, alterando as sociedades, a cultura e interferindo na relação humana com o Meio Ambiente.





No contexto de nossa temática, a máquina a vapor, aprimorada no século XVIII, estimulou o desenvolvimento industrial na Inglaterra, expandindo-se, no século XIX, para outros países, formando uma sociedade apoiada em máquinas. Com isso, as máquinas passaram a ser movidas por energia não humana e não animal, repousavam em uma nova fonte de energia: o carvão.

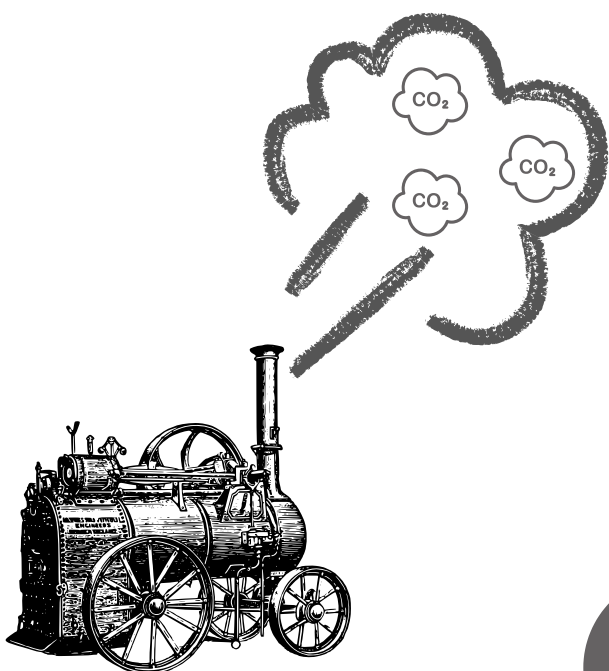
As máquinas transformaram o caráter de produção, as relações sociais e de trabalho, simultaneamente consolidavam grandes estruturas de poder. A grande demanda por mão de obra para operar as máquinas elevaram as migrações da população rural para as cidades onde as fábricas eram instaladas, agravando diversos problemas urbanos como falta de moradia, exploração da força de trabalho, condições insalubres nas fábricas, além das mudanças no ambiente. Por isso, não poderíamos tratar do calor nas transformações físico-químicas de forma isolada, fechado em uma única Ciência. A Ciência é dinâmica, histórica e dialética. A Ciência não é distanciada do mundo, já que influencia a sociedade, ao mesmo a sociedade inspira o que é pesquisado.

Embora, muitas pessoas possam usufruir de forma indireta dos benefícios das máquinas hoje, há de se refletir sobre a visão do homem moderno de progresso linear pela C&T. Este fascínio significou um afastamento imprudente das questões que são decisivas para uma verdadeira humanidade. Além disso, propagou uma corrente ideológica, em escala global, que foi absorvida massivamente, gerando crises sociais e, sobretudo, ambientais, em função da queima de combustíveis fósseis. Estes combustíveis contribuíram, significativamente, para a alteração das formas de fixação e transformação de carbono, culminado no aquecimento global.

Com uma população mundial em quase oito bilhões de seres humanos, ávidos por consumir energia, principalmente nos países desenvolvidos e mais industrializados, pela expansão da qualidade de vida, o mundo necessita exponencialmente de energia, em suas diferentes formas. O problema está não somente no seu uso desigual, mas também na dependência massiva dos combustíveis fósseis, recurso energético, que esgota-se e colabora para que cheguemos a um colapso ambiental.

Por intermédio de Gonçalves Filho e Toscano (2016), aprendemos que o princípio geral do funcionamento da máquina a vapor foi a semente da invenção do motor dos automóveis. Por isso, escolhemos associar nossa temática aos princípios físico-químicos do motor de combustão interna, para a compreensão dos reais danos da queima dos combustíveis fósseis. Ademais este trabalho é dedicado aos sujeitos do Curso Técnico em Mecânica.

Sugerimos ao docente fazer um mapeamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática tratada, identificando valores, certas competências e habilidades já em desenvolvimento ou não por eles, na intenção de levar o conteúdo para a realidade dos sujeitos, tornando-se mais relevante.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS: PRIMEIRO MOMENTO (SÍNCRONO-1)

O mundo passa constantemente por inúmeras revoluções, isso porque nada no Universo é estático e tudo se transforma. Acontece com a matéria e acontece com a energia. Veja o caso de nós seres humanos: em cada fase de nossas vidas, nosso corpo muda, bem como nossa visão de mundo se transforma, com nossas experiências e aprendizados. Aprendemos da hora que nascemos até a morte do corpo físico, se possível para sermos pessoas mais humanas, de visão lúcida e mais conscientes.

Com a Ciência, faz-se tecnologia e vice-versa. A Ciência, por isso, colaborou diretamente em muitas revoluções no mundo, como a revolução energética, a revolução cibernética e as revoluções da indústria, transformando radicalmente não somente nossa cultura, mas também a história mundial.

A compreensão de fenômenos naturais, como o caso da Energia, tornou possível tais revoluções. Se antes da Primeira Revolução Industrial a forma mais utilizada de transferir energia era o Trabalho executado pela Natureza (a força dos ventos e da água, por exemplo) e pela força muscular, tanto de pessoas e animais. O aperfeiçoamento da máquina a vapor permitiu a transformação, em escala industrial, de calor em trabalho mecânico e foi sendo o estopim para a criação de outras máquinas térmicas mais modernas.

O termo **Energia** é originário do grego significando força em ação (MORTIMER *et al.*, 2020).



Máquina Térmica é qualquer sistema capaz de transformar calor em energia mecânica (MORTIMER *et al.*, 2020). Por exemplo, a tampa da panela que se movimenta, pelos vapores formados na ebulição da água,. Neste caso, o sistema fogão+ panela com água pode ser chamado de máquina térmica. O corpo humano, também, é considerado uma máquina térmica.

Para entendermos melhor a importância da Energia em nossas vidas, vamos observar as três imagens geradoras destacadas na próxima figura (figura 1):



Figura 1 - Diferentes máquinas térmicas que utilizam energia para realizar trabalho.

Fonte: unsplash.com/; pixabay.com/

As três imagens têm em comum o uso da Energia, que se transforma para executar Trabalho. A fonte primária da Energia é o Sol e por meio de uma série de fusões nucleares dos átomos de Hidrogênio são gerados calor e luz, vitais à vida no Planeta Terra.

A reação química, que ocorre na fotossíntese, pode ser esquematizada da seguinte forma: gás carbônico + água + luz = glicose + oxigênio



Em linhas gerais, sem luz, não há fotossíntese, portanto não há alimento. A energia contida nas ligações químicas dos alimentos, especialmente gorduras (lipídios), açúcares (carboidratos) e proteínas tornam possível processos metabólicos como respiração, locomoção, digestão e reprodução, ou seja, sem energia não há vida. Então, a energia contida nos alimentos, no carvão, nos gases, petróleo, tudo vem direta ou indiretamente do Sol.

Energia é uma grandeza abstrata, por isso, conceituá-la não é simples. Na busca de máquinas a vapor mais eficientes, os físicos do século XVII definiram energia como a capacidade de realizar trabalho. Mas hoje, consideramos energia como aquilo que deve ser fornecido ou retirado de um sistema, para movimentá-lo ou transformá-lo (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010).

A **fotossíntese** é importante para a sobrevivência humana, porque ao ingerir o alimento, proveniente das plantas, parte das substâncias entra na constituição celular e outra parte fornece a energia necessária às atividades como o crescimento, a reprodução, etc. (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2010).

Embora, existam muitas formas de Energia, ela pode ser agrupada em duas categorias: a energia potencial (EP) - quando a energia está associada à posição ou composição e a energia cinética (EC) - quando a energia está associada ao movimento. Já a energia mecânica é a soma desses dois tipos de energia.

Contextualizando a energia potencial, no caso das usinas hidroelétrica, a força das águas, quando caem em uma barragem, têm EP, por se encontrarem em uma posição mais elevada, convertendo-se em trabalho mecânico e eletricidade. A EP fica armazenada no sistema, podendo ser utilizada a qualquer momento.

Existem vários tipos de Energia Potencial (Gravitacional, Elástica, Elétrica ou Eletrostática e a Química), mas vamos tratar aqui apenas da Energia Potencial Química (EPQ). No caso da EC, ela está relacionada ao movimento. Tudo que se movimenta, executa trabalho, tem EC.

Em se tratando dos gases, a energia cinética está relacionada com o grau de agitação das moléculas (velocidade de translação, de vibração e de rotação), explicado pela Teoria Cinética dos Gases.

Pelo **Princípio da Conservação da Energia** temos que a energia do Universo é constante; a energia pode se transformar de uma forma em outra, mas não pode ser criada e nem destruída (SANTOS; MOL, 2016).

Segundo a **Teoria Cinética Molecular**, os gases são constituídos por uma grande quantidade de partículas em movimento contínuo e aleatório. A compressibilidade e expansibilidade são características físicas dos gases (SANTOS; MOL, 2016).



A transferência de energia pode ocorrer principalmente de duas formas: pela transferência de energia térmica ou pela transferência de energia mecânica (realização de trabalho). Cabe à **Termodinâmica** abordar as relações entre calor e trabalho. A **Termoquímica**, assim, é o ramo da termodinâmica que se ocupa com a liberação e a absorção de calor durante uma transformação química (MORTIMER *et al.*, 2020).

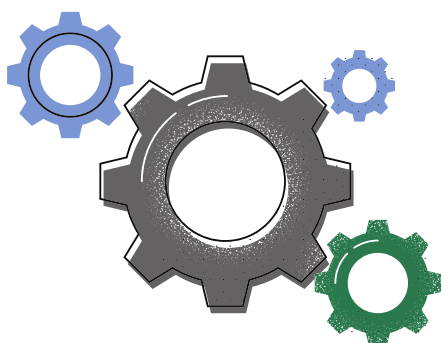
Os termos Trabalho, Calor e Temperatura são utilizados com frequência na Termodinâmica. Dialogando com a Termoquímica, relaciona-se aos processos de queima dos combustíveis fósseis, que são a principal fonte de energia da sociedade hoje.

Todos os compostos são formados por átomos ligados entre si. Atrações e repulsões entre essas partículas originam uma EPQ (energia armazenada). Em uma transformação química as interações iniciais são quebradas, mudando o estado de movimento dos átomos que as constituem. Dos choques eficazes entre os átomos, formam-se novas estruturas químicas, alterando conseqüentemente seu estado energético.

Para cada tipo de ligação química teremos conteúdos energéticos diferentes, já que a energia química dos produtos é diferente da dos reagentes.

Admitamos que toda substância ou mistura de substâncias possui certa quantidade e Energia Interna (E). Quando um combustível é queimado, por exemplo, temos uma reação de combustão. Neste caso, as moléculas iniciais (dos reagentes) têm maior EPQ do que as moléculas finais (dos produtos), significando que a energia liberada na formação das ligações químicas nos produtos é maior que a energia gasta na quebra das ligações dos reagentes. Essa diferença de energia é liberada na forma de calor, que trataremos mais adiante.

A **Energia Interna** de um sistema termodinâmico é a soma da EC, devido à rotação, translação e vibração das partículas e da EP, que inclui a energia potencial entre partículas e a Energia de Ligação química entre os átomos das moléculas. Quanto maior for a temperatura de um corpo maior será sua Energia Interna e maior será sua capacidade de realizar trabalho (GODOY; AGNOLO; MELO, 2020).



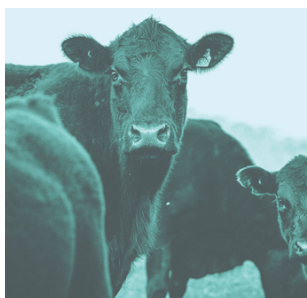
As reações químicas são o resultado da transformação que ocorre nas substâncias, denominadas de reagentes, onde as ligações são quebradas e os átomos rearranjam-se modificando seu estado inicial, gerando, como resultado, os produtos (SANTOS; MOL, 2016).

Vejamos um Exemplo de Reação Química:

Combustão completa do Gás Metano:



O **metano** é um gás incolor e inodoro (sem cheiro). Ele possui pouca solubilidade em água e, quando adicionado ao ar, pode ser altamente explosivo. O gás metano é muito conhecido por suas propriedades energéticas e por ser produzido pela digestão das vacas, por exemplo. Esse gás é o segundo gás do efeito estufa mais significativo em potencial de agravamento do aquecimento global (SANTOS; MOL, 2016).



As **Reações de Combustão** liberam energia e são denominadas de Exotérmicas (o prefixo exo = para fora e térmico=calor). No caso contrário em que há absorção de calor, a reação é denominada Endotérmica (prefixo endo = para dentro) (MORTIMER *et al.*, 2020).

Voltando para as imagens geradoras (figura 1), podemos dizer que o que muda é o tipo de máquina térmica e a fonte que gerou a energia. Para a primeira imagem da figura 1, o fluxo de energia radiante (ou luz) do sol é convertido em energia química pela fotossíntese (reação endotérmica), que é armazenada dentro da planta. Por isso, as plantas são consideradas organismos autotróficos (produtores) fotossintetizantes, produzindo compostos orgânicos e liberando oxigênio para o ambiente.

Os componentes bióticos que fazem parte de um ecossistema podem ser classificados em produtores, consumidores e decompositores. Os **produtores** conseguem fabricar seus próprios alimentos. A partir da matéria inorgânica simples fabricam compostos orgânicos. Dependendo da fonte e energia utilizada pelos organismos, os produtores podem ser de dois tipos: **quimiossintetizantes** como, por exemplo, alguns tipos de bactérias, que retiram energia das reações de oxidações, ocorridas na matéria inorgânica, contudo, não dão conta das inúmeras teias tróficas e os **fotossintetizantes** que retiram energia da luz solar (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2010).

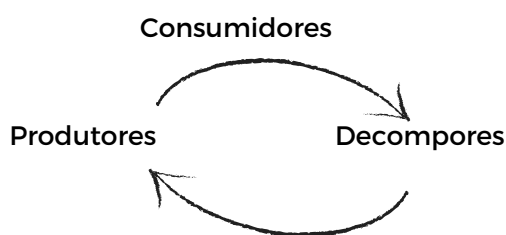
- **Ecologia** é a Ciência que estuda as relações entre os seres vivos entre si e destes com o meio ambiente (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2010).
- **Ecossistema** é o Local de interação entre seres vivos (fatores bióticos) e fatores físicos e químicos (fatores abióticos) (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2010).

Quando a planta é comida pelos animais (consumidores), ocorre uma reação inversa da fotossíntese (reação exotérmica). As ligações são quebradas ao longo da digestão dos animais, liberando energia que será transformada em outras formas. Forma-se aí um fluxo de matéria e energia. A matéria, pelas excreções, volta para o ecossistema, onde os decompositores (microrganismos que se alimentam de matéria morta) degradam a matéria orgânica natural, transformando em compostos inorgânicos.

A imagem ao lado (figura 2) e o esquema abaixo revelam o ciclo contínuo da matéria e da energia:

Transferência de Matéria e Energia

- **Matéria : fluxo cíclico.**



- **Energia: fluxo unilateral.**

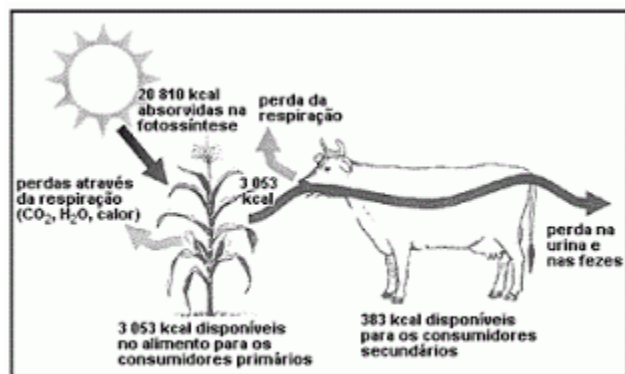


Figura 2 - Direcionamento dos Fluxos de Matéria.

Fonte: LINHARES, S.; GEMANDESNADJER, F. Biologia Hoje. São Paulo: Ática, 2005, p. 247. Adaptado.

Os **ecossistemas** são unidades biológicas mantidas a luz solar. Por mais eficientes que sejam, eles só conseguem aproveitar uma pequena parte da energia que chega à superfície da Terra. Sabe-se, ainda, que "nos ecossistemas, a quantidade de energia disponível diminui à medida que está sendo transferida de um nível trófico para outro." (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2010, p. 70).

Observe, no esquema anterior, que o fluxo de energia num ecossistema é unidirecional, ou seja, ele é sempre transferido de um ser para outro, na medida em que um se alimenta do outro. Uma vez utilizada a energia, para empurrar uma carroça, por exemplo, não pode mais ser reaproveitada.

Na segunda imagem geradora da figura 1, observamos a máquina a vapor, (motor de combustão externa). Este tipo de máquina utiliza a energia química da madeira ou do carvão mineral como combustível, para aquecer a água em caldeiras gerando vapor que, pelo calor, faz girar um eixo movimentando rodas, manivelas, polias hélices ou outros mecanismos, produzindo, assim, o trabalho mecânico (figura 3).

Quando o engenheiro escocês **James Watt** (1736-1819) aperfeiçoou a máquina a vapor, no século XVIII, estava aplicando conhecimentos científicos adquiridos no estudo do calor. A máquina a vapor foi idealizada com a finalidade específica de retirar água das minas de carvão na Inglaterra, que se tornavam cada vez mais profundas (GODOY; AGNOLO; MELO, 2020).

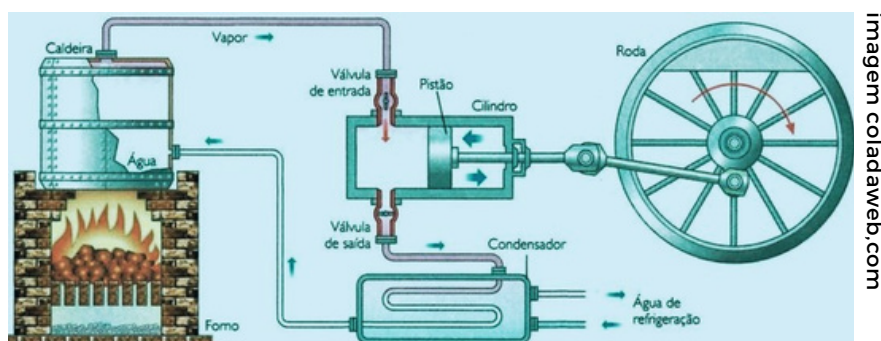


Figura 3 - Esquema de funcionamento de uma máquina a vapor.

Você sabia que os mesmos princípios científicos da máquina a vapor são usados nas usinas termoelétrica. Ambas transformam parte da energia interna de um gás em energia de movimento. A transformação de energia é o que define uma máquina térmica (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010).



A energia do vapor permitiu a fabricação de uma grande variedade de máquinas, como as locomotivas (1820), as ferramentas em máquinas agrícolas (1841) e, posteriormente, serviu como motor de tração em automóveis (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2016).

Na terceira imagem geradora da figura 1, a máquina térmica apresentada queima o combustível no interior do cilindro do motor (por isso o nome motor de combustão interna), movimentando os pistões e transformando parte da energia química em energia mecânica.

Como podemos perceber, a humanidade, para produzir trabalho, primeiro usa a energia proveniente dos alimentos, tendo o Sol como fonte primária. Com o domínio de outras fontes naturais, como a energia da biomassa, proveniente da queima da lenha, tem passado, principalmente, nos dois últimos séculos, a consumir energia da queima de combustíveis fósseis, com maior potencial energético, como o carvão e o petróleo.

As máquinas tem definido o modo de vida adotado pelas sociedades, porém nem todos podem usufruir de seus benefícios e isto está diretamente relacionado com o tipo de sociedade construída, a partir de seu sistema econômico e político.

A utilização de máquinas a vapor mais eficientes foi decisiva para a Primeira Revolução Industrial, em meados do século XVIII na Inglaterra, completando a transição do Feudalismo ao Capitalismo e transformando todo o nosso sistema social, econômico e político, além do ambiente ecológico. Esta Revolução introduziu a máquina-ferramenta: um mecanismo que, quando movimentada adequadamente, realiza com suas próprias ferramentas as mesmas operações mecânicas que eram, anteriormente (na manufatura), efetivadas pelo trabalhador, o artesão, com ferramentas manuais e mais simples.

A figura 4, ao lado, contextualiza o uso de máquinas-ferramentas durante a Primeira Revolução Industrial:



Fonte: pixabay.com/

Figura 4 - Fábrica utilizando máquinas-ferramentas, início do século XIX.

A máquina-ferramenta impõe a substituição da energia humana pela energia motriz. A máquina a vapor de movimento duplo, circular, era capaz de gerar energia necessária, controlada, consumindo apenas água e carvão (vegetal ou mineral), diferente das máquinas anteriores que eram hidráulicas, difíceis de controlar, em termos de energia.

O trabalhador, não mais qualificado, mas agora adestrado, apenas manipula uma ferramenta, por um mecanismo que pode operar, ao mesmo tempo, um determinando número de ferramentas semelhantes.

Com as mudanças nos modos de produção (de artesanal, passando a manufatura e eclodindo na maquinofatura), assentaram-se severas mutações na forma do trabalhador produzir sua sobrevivência material. As relações sociais são redefinidas em seu conjunto, os conflitos sociais são redesenhados, instaurando o domínio completo da máquina e do capital sobre a sociedade.

O Modo de Produção Capitalista, ao introduzir a maquinofatura e impor relações de produção assalariadas, rompeu definitivamente com a relação entre capital e trabalho. De acordo com Antunes (2004), de modo amplo, no núcleo central do trabalho, estão aqueles que vendem sua força produtiva em troca de um salário e são, por isso, denominados classe trabalhadora.

Karl Marx, em sua teoria da acumulação, explica que quanto mais o trabalhador vende sua força de trabalho ao capital, para transformar os meios materiais de produção em mercadorias, menos recebe do que lhe é devido. Esse valor a mais que o trabalhador produz para o dono do capital foi denominado de mais-valia (MARX, 2013).

O trabalho é considerado uma mercadoria que é vendida ao empregador em troca de uma forma de pagamento. Porém, Antunes (2004) esclarece que a venda e compra dessa força de trabalho não se realizam de forma igualitária. Os donos dos meios de produção constituem-se uma classe hegemônica e autoritária, impondo suas condições àqueles que, estando na esfera da necessidade, trocam sua mão de obra e seu tempo livre por um salário, legalizado em contrato, num acordo desigual.

Assim, o forte controle sobre a força de trabalho humano pelo uso das máquinas possibilitou aumentar de forma exponencial a produção nas fábricas, atendendo a um mercado consumidor em expansão. Os lucros da produção eram enormes e investidos na compra de mais máquinas, ampliando-se a produção.

Entre os fins do século XVIII e meados do século XIX, com o avanço do industrialismo na Inglaterra, os futuros operários iniciam o esvaziamento do campo, ocupando as cidades industriais. Esses operários ocupam verdadeiras favelas no subúrbio, surgindo, então, as disparidades entre duas classes sociais opostas: as que mandam (a burguesia) e as que são subordinadas (o proletariado), ou melhor, as que exploram e as exploradas.

O trabalho se torna penoso, o tempo do operário é o tempo da máquina, são até quinze ou dezesseis horas por dia, não há descanso, nem aos domingos. Nem tão pouco limite de idade para o trabalho, não há fixação do salário e os salários são baixos. Se o operário não quer o salário determinado pelo dono do capital, existe na porta das fábricas uma multidão de esfomeados, prontos a aceitar o trabalho, não importam as condições (RÉMOND, 1974).

Desde os primeiros tempos da industrialização, trabalhadores unidos têm na paralização (greve) uma forma de exigir condições mais dignas de trabalho, remuneração e assistência social. A partir do século XX, as paralizações, também, passaram a ser uma forma de criticar as próprias condições da sociedade, reivindicando transformações para além do ambiente de trabalho (ARAÚJO; BRIDI; MOTIM, 2017).



As condições análogas à escravidão fizeram surgir, primeiro na Inglaterra, o movimento operário, pela tomada de consciência e num esforço de alterar a realidade do momento. Os trabalhadores mais instruídos, os artesãos e os compagnons (aristocratas do trabalho) foram os iniciadores desses movimentos. Da organização clandestina passaram a organizar-se abertamente, lutando por medidas protetivas na esfera jurídica (ARRUDA, 1991).

Todos os acontecimentos citados foram a faísca para o surgimento do sindicalismo, como expressão do mudo do trabalho. Mas vale dizer que, foi somente nos anos 60 do século 19, com o **Manifesto Comunista** (publicado em 1848 por Marx e Engels), difundindo ideias socialistas por todos os continentes, a luta social do proletariado é ampliada, continuando até os dias de hoje. O Manifesto Comunista escrito por Marx e Engels, com a expressão “Proletários de todos os países, uni-vos”, procurava conscientizar sobre a necessidade de unificação do movimento socialista proletário mundial (MOTA, 1986).

Com o avanço da industrialização, homens e mulheres, ao subordinarem-se ao processo de produção, tornaram-se trabalhadores fabris estranhados do instrumento de produção, ao mesmo tempo, consumidores passivos de produtos que desconheciam a ciência contida neles. Já não detinham nem a técnica, nem a ferramenta, como instrumentos de produção, por isso distanciaram-se da relação íntima com a natureza que o trabalho oportunizava. O trabalho passou a ser visto, então, em sua forma histórica e material, contrária da forma ontológica, necessária para a formação humana (SAVIANI, 2007).

Em relação ao meio ambiente, o crescente industrialismo na Europa, promovido pelas máquinas, quase extinguiu as florestas na Inglaterra. Foi a primeira grande catástrofe ambiental conhecida no mundo. Alterou os ecossistemas, fazendo com que animais desaparecessem, deixando apenas os resistentes e adaptáveis.

Um exemplo da **alteração do ecossistema** é o caso das mariposas *Biston betularia*. Essas mariposas, de cor clara, descansavam em árvores de casca branca, ficando invisíveis e protegidas de predadores. Com a ampliação das fábricas, no final do séc. XVIII, a poluição atmosférica aumentou drasticamente, escurecendo as poucas árvores que restavam. As borboletas brancas começaram a desaparecer, no lugar surgiram borboletas pretas, com a mesma tonalidade da fuligem. Muitos anos mais tarde, a Ciência comprovou que tratava-se de um caso de mutação genética. Quando se altera um ecossistema, há um desequilíbrio ambiental, espécies desaparecem e podem surgir novas doenças.



A indústria, desde a Primeira Revolução Industrial (indústria 1.0), vem alterando seu modo de produção. O início do uso do petróleo, da energia elétrica e do surgimento das indústrias siderúrgicas e químicas foram decisivas para a Segunda Revolução Industrial (indústria 2.0). O capital financeiro passou a integrar o setor industrial. Assim, obter lucro tornou-se a essência da indústria, para isso disseminam-se novos modelos produtivos, destacando-se o Taylorismo e o Fordismo, contribuindo para a desumanização do trabalho, como força produtiva na obtenção da elevação da produtividade com um custo reduzido. Seguidamente, o Toyotismo flexibilizou o modo de produção, elevando o trabalho precarizado.

A Quarta Revolução Industrial está ligada à Indústria 4.0, modelo empresarial que já tinha como objetivo utilizar todas as tecnologias atualmente disponíveis para gerar conhecimento e produtividade. Consiste na automação total das fábricas, afetando a oferta de trabalho e suas relações.

Resumindo, em ordem cronológica, as revoluções da indústria e o uso de energia é dado na figura abaixo (figura 5):

1.ª Revolução Industrial	2.ª Revolução Industrial	3.ª Revolução Industrial	4.ª Revolução Industrial
<p>início em 1760</p> <p>ferro e carvão</p> <p>vapor</p> <p>revolução da mecanização da produção</p>	<ul style="list-style-type: none"> • início em 1850 • aço e petróleo • eletricidade • revolução da produção em massa 	<ul style="list-style-type: none"> • início em 1970 • computadores e robôs • internet • revolução digital 	<ul style="list-style-type: none"> • sistemas digitais, tecnológicos e biológicos • fábricas inteligentes • revolução da informatização

Fonte: Adaptado de ARAÚJO; BRIDI; MOTIM (2016).

Figura 5 - As revoluções industriais que trouxeram a produção em escala.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: TERCEIRO MOMENTO (SÍNCRONO-2)

Todas as transformações da atualidade estão firmadas, principalmente, no uso do petróleo como fonte energética. O modelo atual energético dá sinais de esgotamento e indica um grande risco de colapso, tanto de produção de energia como ecológico.

O século XIX foi marcado pelo uso do carvão, o século XX pelo uso do petróleo. O que espera-se deste século XXI? O que aguarda as novas gerações?

Dentre as fontes de energia, elas podem ser renováveis e não renováveis:

FONTES DE ENERGIA
NÃO RENOVÁVEIS

- **Petróleo,**
- **Gás Natural,**
- **Carvão,**
- **Energia Nuclear.**

FONTES DE ENERGIA
RENOVÁVEIS

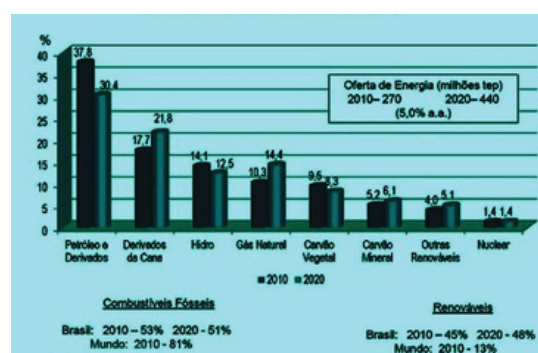
- **Biomassa,**
- **Hidroeletricidade,**
- **Energia Eólica,**
- **Energia Solar,**
- **Energia Geotérmica.**

A atmosfera terrestre é composta por gases e por material particulado. De modo geral, sua composição é de, aproximadamente, 78% de gás nitrogênio (N₂), 21% de gás oxigênio (O₂) e 1% de outros gases. Essa composição, pelo uso inconsciente de energia não renovável, está sendo alterada. Estamos emitindo excessiva quantidade de gases poluentes como gás metano (CH₄), dióxido de enxofre (SO₂), gás nitroso (N₂O), gás carbônico (CO₂) e monóxido de carbono (CO) (SANTOS; MÓL, 2016).

Todas essas emissões tem intensificado o efeito estufa, provocando maior retenção de calor e dificultando sua irradiação para o espaço. A consequência direta é a elevação da temperatura média do planeta pela retenção da radiação dos raios infravermelhos oriundos do sol (GODOY; AGNOLO; MELO, 2020).

O aquecimento global gera inúmeros impactos ao planeta, comprometendo a vida na Terra para as futuras gerações. Um desses impactos são as ondas de calor extremo, as quais podem levar a incêndios, disseminação de doenças, como dengue e chikungunya, prejudicar a produção de alimentos, alterar o regime de chuvas. Em algumas regiões, as chuvas podem intensificar-se e em outras haver seca, faltando água potável, inclusive, em escala mundial (GODOY; AGNOLO; MELO, 2020). Além disso, o aquecimento global causa o derretimento de geleiras, modificando a temperatura marinha e destruindo o hábitat de animais. Além dos gases tóxicos e poluentes, estamos liberando na atmosfera partículas de matéria líquidas e sólidas que, misturadas no ar ou na água, podem adoecer o corpo e extinguir espécies. Um exemplo é a acidificação de rios e lagos, que provoca a morte de inúmeros animais e vegetais sensíveis a variação do pH da água, tornando-a menos potável.

Precisamos urgente mudar nossa matriz energética para fontes mais sustentáveis e renováveis. O Brasil, como mostra a figura ao lado (Figura 6), ainda, utiliza em sua matriz energética 51% de combustíveis fósseis.



Fonte: Ministério das Minas e Energia.

Figura 6 - Matriz Energética Brasileira de 2010 a 2020 (%).

A interferência humana no clima do planeta provoca a morte de diversas espécies de animais e plantas, seja pelas queimadas, seja pela sensibilidade às variações de temperatura ou ainda pela redução da quantidade de água potável disponível. Para termos uma ideia clara, "apenas um pequeno aumento na temperatura dos oceanos, mares, rios ou lagos já é suficiente para reduzir o teor de oxigênio na água. Como consequência, a vida aquática que necessita desse oxigênio sofre com essa diminuição" (LISBOA et al., 2016, p. 14).

Neste ano de 2021, estamos presenciando no Brasil a falta de água nos reservatórios das hidroelétricas, fazendo com que passássemos a utilizar, com mais veemência, as usinas termoelétricas para produzir energia, causando não somente mais impacto ambiental, mas também no preço pago pela energia elétrica.

Embora a energia total do sistema sempre se conserve, a possibilidade de sua utilização para realizar trabalho é menor, mesmo com máquinas mais eficientes. Isso foi estabelecido pela Segunda Lei da Termodinâmica. Essa lei foi dada pelo matemático e físico lorde Kelvin William Thomson, que estudando máquinas térmicas postulou que seria impossível uma máquina térmica transformar toda energia em trabalho (SANTOS; MÓL, 2016).

A frota brasileira de veículos automotivos, de pequeno e grande porte, é movida a quatro combustíveis: etanol, gasolina, diesel e gás natural veicular (GNV). Quando o combustível é queimado uma parte dessa energia é dissipada. Por isso, a temperatura nas proximidades se eleva com o motor ligado. Uma parte da energia utilizada se degrada em outras formas de energia, principalmente em energia de agitação térmica, que não pode ser usada diretamente.

A Segunda Lei da Termodinâmica diz respeito à direção na qual as mudanças ocorrem espontaneamente (MORTIMER; MACHADO, 2016).

Processos espontâneos elevam a entropia do sistema. A Entropia (S) é uma grandeza termodinâmica que expressa o grau de desordem de um sistema. Podemos interpretar a desordem como o estado de caos: quanto mais imprevisível é o comportamento do sistema, maior sua entropia.

Um grande avanço na compreensão da eficiência das máquinas térmicas se deu com os trabalhos do físico matemático **Rudolf Clausius** (1822-1888). O conceito de entropia foi usado por Clausius como referência da dissipação da energia. De acordo com o enunciado, espontaneamente o calor só pode passar de um corpo para outro de menor temperatura.



Na Química, costumamos dizer que em um sistema termicamente isolado, a medida da entropia deve sempre aumentar com o tempo, até atingir o seu valor máximo. Em outras palavras, estamos levando o planeta - nosso sistema - a uma entropia tão elevada que, certamente, inviabilizará a vida na Terra (SANTOS; MÓL, 2016).

O carbono é um elemento disponível na atmosfera terrestre sob duas formas: na forma de dióxido de carbono (CO_2), existente no ar e dissolvido na água, e na composição das moléculas dos seres vivos e pelos depósitos de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo.

Os seres fotossintetizantes retiram o carbono da atmosfera pelo processo da fotossíntese. O CO_2 é, então, fixado e transformado em matéria orgânica pelos produtores. Os consumidores adquirem carbono ingerindo a matéria orgânica. Tanto animais como vegetais perdem carbono pela respiração. O carbono que fica retido na biomassa retorna à terra pelos excrementos e cadáveres dos animais e restos dos vegetais, que serão decompostos em elementos químicos pela ação dos decompositores. O esquema do ciclo do carbono é dado na figura abaixo (Figura 7):

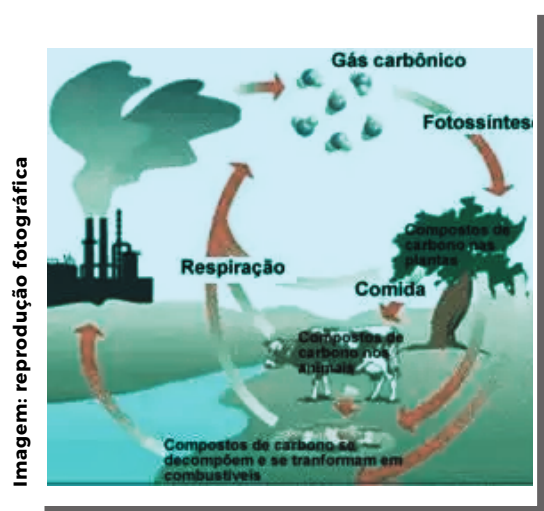


Figura 7: O Ciclo do Carbono.

Com o aumento dos níveis de consumo e a industrialização, tendo como consequência a crescente utilização de combustíveis fósseis, como o carvão mineral e o petróleo utilizados em termelétricas e veículos automotivos, o ser humano interfere cada vez mais no ciclo biogeoquímico do carbono.

Além do mais, a derrubada ou queimada de florestas, poluição dos mares, rios e lagos, desequilibra, de forma acelerada, todo o ecossistema.

Enquanto não é reformulado um modelo energético alternativo, mais sustentável, com variadas fontes renováveis e pouco poluidoras, surge um novo paradigma de acordo com Santos e Mol (2016). Neste sentido, a consciência sobre o consumo, a colaboração coletiva e o sentimento que faz parte da vida em sociedade a sustentabilidade.

Para Gadotti (2003, p. 61), "[...] **sustentabilidade** tem a ver com a relação que mantemos conosco mesmos, com os outros e com a natureza". O autor considera a sustentabilidade como parte integrante da cultura, quando o ser humano consegue ler o mundo de forma elucidada e crítica. A sustentabilidade, em seu sentido amplo, pode romper com o círculo vicioso de desperdício e escassez crescentes, decorrente de necessidades artificiais de consumo inconsciente, fruto da dominação do capital: não só sobre os meios de produção e sobre os recursos naturais, mas também, sobre a vida humana em sua totalidade.

Em nossa visão de educadores das Ciências da Natureza, três atitudes urgentes devem ser tomadas para manter o planeta habitável para as próximas gerações:

1. Substituir os combustíveis fósseis por renováveis;
2. Proteger e regenerar as florestas, oceanos, rios, lagos e nascentes;
3. Educar para a sustentabilidade - diminuindo o consumo, pela conscientização e educando politicamente.

Na prática, uma consciência socioambiental só pode ser adquirida quando a sociedade estiver alinhada, tanto em termos de consumo, como de produção, com modelos baseados na sustentabilidade. Onde, desde o início dos processos produtivos até o consumidor final e seu descarte de lixo, tudo tenha a sustentabilidade como fator determinante. Além disso, é preciso se conscientizar de que a sustentabilidade tem como premissa a interação humana com o meio ambiente, utilizando-o e preservando-o de tal forma que as futuras gerações não sejam prejudicadas.



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: QUINTO MOMENTO (SÍNCRONO-3)

É comum o uso de termômetros no nosso dia-a-dia. Os termômetros medem a temperatura que é dada através de escalas, mas quando falamos de calor usamos equipamentos denominados Calorímetros, que servem para medir a quantidade de calor trocada entre dois corpos, ocasionada pela diferença de temperatura entre eles.

A **Calorimetria** é a parte da física que estuda os fenômenos relacionados ao processo de trocas de energia térmica. A unidade usual de calor é caloria (cal), que corresponde à energia necessária para variar em 1 °C a temperatura de 1g de água. Temos que: 1 cal = 4,18 J, aproximadamente, e 1 Kcal = 1.000 cal.

A **Energia Térmica**, por sua vez, é a soma das energias Cinética microscópicas (relacionada ao movimento intrínseco das partículas – translação, vibração ou rotação) e Potencial (relacionada à composição química e ao arranjo das estruturas no espaço) de todas as partículas. Podemos, então, dizer que a Energia Térmica é proporcional a Energia Interna de um corpo e quando ela é transferida entre sistemas, por causa da diferença de temperatura, o processo é chamado Calor. A menor temperatura que um corpo pode atingir é o chamado zero absoluto. Na escala de temperaturas zero Kelvin equivale a - 273 °C. (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010).

Na linguagem cotidiana, costumamos misturar, erroneamente, os conceitos de temperatura e calor. Daí surge a dúvida: Qual a diferença entre temperatura e calor? Do ponto de vista científico, é correto dizer que hoje faz calor? A sensação de quente e frio avaliada pelo tato pode indicar a temperatura de um corpo?

Sabemos que toda matéria é formada de átomos e que os átomos agrupam-se podendo formar moléculas. Imagine um recipiente com água sendo aquecida com um pouco de serragem: à medida que a temperatura da água sobe, os fragmentos de serragem movimentam-se com maior intensidade. Podemos, então, perceber que a intensidade da agitação das partículas de um corpo relacionam-se com as noções de frio e quente.



O **modelo cinético-molecular** relaciona-se ao movimento das moléculas da matéria. A temperatura influencia diretamente no movimento das moléculas. Quanto maior a temperatura, maior é o movimento das moléculas, causando a dilatação do material. Se a temperatura é menor, o movimento das moléculas diminuem, causando a contração. Esse modelo é usado para explicar a transmissão de calor por condução térmica, neste caso o calor é transmitido de partícula para partícula (MORTIMER; MACHADO, 2016).

Desse modo, quanto mais quente um corpo estiver, ou seja, quanto maior for sua temperatura, maior será a agitação térmica de suas moléculas (PARANÁ, 1999). A temperatura, portanto, é uma grandeza que expressa o grau de agitação térmica das moléculas de um corpo.

Já o calor é um processo de transferência de energia, manifestando-se transitivamente pela diferença de temperatura entre os corpos ou com o meio ambiente. A energia flui espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura até que seja atingido um equilíbrio térmico.

Quando dissermos que um corpo recebeu calor, na verdade estaremos nos referindo ao processo pelo qual o corpo recebeu energia.

Para efeito de simplificação: **Quantidade de Energia transferida pelo processo calor equivale dizer Quantidade de calor transferido.**

Desse modo, todos os corpos possuem energia térmica e não calor. Na linguagem científica é errado dizer que hoje faz calor. A forma correta é hoje a temperatura está elevada.

"Do ponto de vista científico, um corpo não possui calor. Ele possui energia interna que pode ser transferida sob a forma de calor, desde que haja contato com um corpo a uma temperatura menor." (MORTIMER; MACHADO, 2016, p. 70).

No passado, muitos cientistas consideravam que todos os corpos continham, em seu interior, uma substância fluída invisível denominada de "**calórico**", porém hoje sabe-se que o calor não é uma substância ou um atributo dos materiais (MORTIMER *et al.*, 2020).

A temperatura de fusão do gelo corresponde a 273 K e a de ebulição da água corresponde a 373 K. Como a temperatura está relacionada à agitação das moléculas, o corpo com zero absoluto de temperatura (-273oC) não possuirá agitação molecular (PARANÁ, 1999).

Para medir a temperatura precisamente, precisamos de instrumentos. Quando dois corpos, com diferentes temperaturas, entram em contato, depois de algum tempo, ambos entrarão em equilíbrio térmico. O trânsito de calor cessa, porém cada corpo continuará contendo energia térmica. Desse princípio, fundamenta-se o uso de termômetros para medir a temperatura dos corpos.

Em muitas situações, é importante o controle da temperatura. Nos seres vivos, o tecido adiposo fornece o isolamento térmico, protegendo o corpo de perdas excessivas de calor.

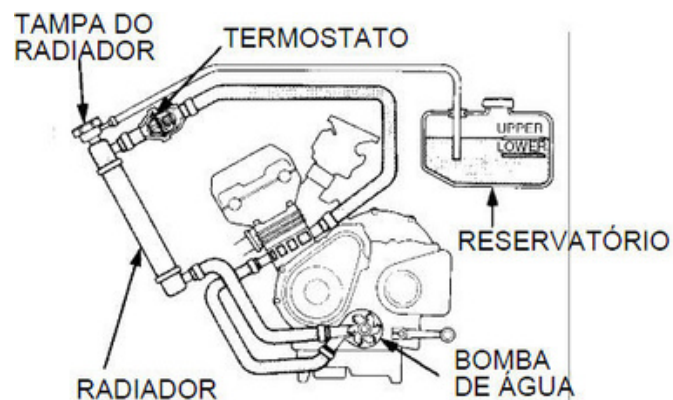


A pele tem estruturas sensoriais que permitem a percepção de pressão, frio, calor e dor. O fluxo sanguíneo regula, com maior ou menor grau, a perda de calor. Assim, a pele participa ativamente da **termorregulação**, que também depende da eliminação de suor pelas glândulas sudoríparas. A camada pigmentar protege as camadas mais internas da pele com seus **melanócitos**, absorvendo boa parte dos raios ultravioletas da luz solar, diminuindo os riscos de lesões, inclusive câncer de pele. Um **glândula sudorípara** produz suor, gerando perda de calor e controle da temperatura corporal (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2010). Porém, quando a temperatura corporal passa dos 41°C, é ativado um mecanismo de defesa contra processos infecciosos, inflamatórios e de intoxicação provocando convulsões. Se exceder 43°C, pode levar à morte por **Hipertermia** (elevação da temperatura do corpo). A transpiração é uma defesa natural do organismo contra temperaturas que podem ser danosas ao corpo. A água retira parte do calor do corpo, reduzindo a temperatura. Com as mudanças climáticas, ondas de calor são mais frequentes. Segundo a BBC, News em Vancouver, no dia 29/06 de 2021, a temperatura atingiu marcas de 49,6 oC, com 233 notificações de mortes súbita, possivelmente relacionadas às altas temperaturas. (Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-57672256>. Acesso em: 20 jul. 2021).

No caso do motor do automóvel, o controle da temperatura é feito pelo sistema de arrefecimento, visto abaixo na figura 8:

o **sistema de arrefecimento** controla a temperatura do motor, impede que as demais peças se deteriorem pela ação do calor em excesso. Por isso, é importante que os condutores se conscientizem da necessidade de mantê-lo em bom estado, principalmente quando pretendem fazer uma viagem muito longa

As peças que compõem esse sistema são: bomba d'água, válvula termostática, reservatório, radiador, sensor de temperatura, ventoinha (também conhecida como eletroventilador) e, por último, mas não menos importante, um fluido composto por água desmineralizada, monoetileno glicol e inibidores de corrosão de origem inorgânica, orgânica (OAT) ou híbridos.



Fonte: Fazerfacil.com

Figura 8 - Sistema de Arrefecimento do motor.

Assim como os aditivos antigos, o óleo do motor é uma preocupação: o descarte de ambos precisa ser feito de maneira correta. Os óleos lubrificantes são classificados como resíduos perigosos e recicláveis por meio do refino.

Segundo a Resolução nº 362/2005 do CONAMA, todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser destinado para o refino. O refino é um processo físico-químico que transforma o óleo lubrificante usado em óleo básico novamente podendo ser reutilizado infinitas vezes, resgatando as propriedades originais do produto, com isso garantido a sustentabilidade do mesmo. Para as refinarias, é um processo economicamente positivo, pois evita todo o processo de extração do óleo bruto.

É possível variar a energia interna (ΔE) de um corpo por meio da transferência de calor (Q), de trabalho (W) ou ambos. Por exemplo, quando colocamos um recipiente com gás sobre uma chama, o gás se expande realizando trabalho e aumenta sua temperatura, ou seja, aumenta sua energia interna.

Resumidamente podemos expressar a Primeira Lei da Termodinâmica pela seguinte expressão:

$$\Delta E = Q + W$$

Calorímetros: São instrumentos utilizados para medir a quantidade de calor recebido ou cedido por uma substância. Nas embalagens de alimentos industrializados, encontramos os valores caloríficos por porção.

Na Química, os calorímetros determinam o calor específico dos materiais e a capacidade calorífica dos corpos, além da energia liberada nas transformações químicas.

O princípio do calorímetro baseia-se na Primeira Lei da Termodinâmica (SANTOS; MOL, 2016).

O **Calor específico** (c) dos materiais é a quantidade de calor fornecida ou retirada de um grama de substância para que varie sua temperatura em $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Quanto maior for o calor específico do material, maior será a quantidade de calor necessária para aquecê-lo, assim, a **Capacidade Calorífica (C)** corresponde ao produto de sua massa e seu calor específico (SANTOS; MOL, 2016).

Utilizamos a equação $Q = m \cdot C \cdot \Delta T$, para calcular a **quantidade de energia transferida**, sob a forma de calor, onde m = massa; C = capacidade calorífica; (no caso da água é $1\text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$) e ΔT = variação de temperatura).

Quando ocorre uma Reação Química, esse fluxo de calor (Q) é denominado Calor de Reação. A pressão constante, os calores de reação representam a chamada Variação de Entalpia (ΔH) de um sistema (reagentes e produtos).

Na **Termoquímica**, interessa-nos observar a intensidade e a direção do fluxo de energia na forma de calor, entre corpos e a vizinhança (fenômenos químicos e físicos).

Há cinco tipos de Calor de Reação calculáveis: **formação, combustão, ligação, neutralização e dissolução**. Pela nossa temática, daremos maior ênfase ao calor de combustão (GODOY; AGNOLO; MELO, 2020).



A Entalpia (H) é a quantidade de energia de um corpo, podendo ser alterada conforme ocorre uma reação química. Podemos dizer que:

$$H = E + P \times V \quad H = \text{entalpia}; P = \text{pressão}; V = \text{Volume}$$

Ocorrendo mudança no sistema, à pressão constante, teremos:

$$\Delta H = \Delta E + P \times \Delta V$$

Como o trabalho realizado será pela variação de volume, teremos:

$$\Delta H = Q, \text{ à pressão constante.}$$

ΔH é dada pela diferença entre a entalpia final (H_{produtos}) e inicial ($H_{\text{reagentes}}$):

$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

- Fluxo de calor do sistema para a vizinhança - a transformação química será exotérmica.

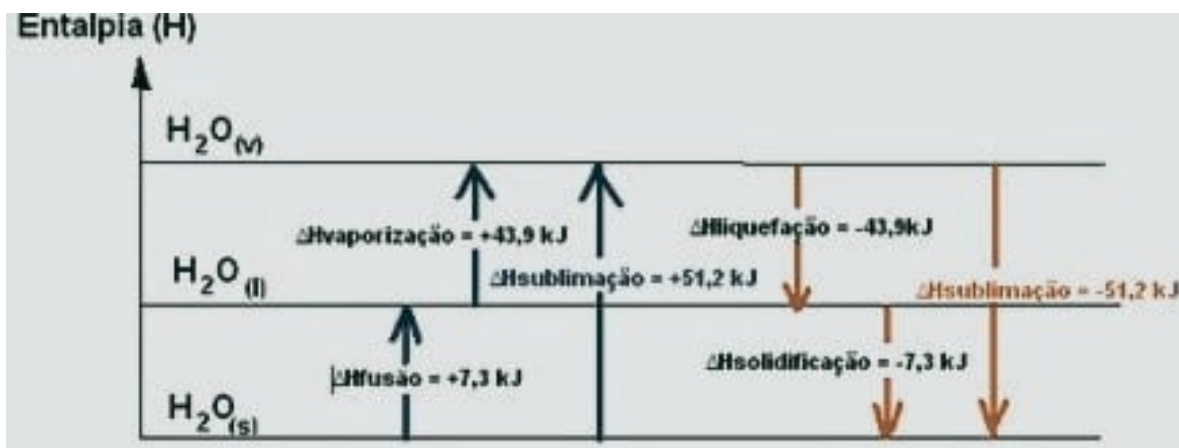
$$H_{\text{produtos}} < H_{\text{reagentes}} = - \Delta H$$

- Fluxo de calor da vizinhança para o sistema - a transformação química será endotérmica.

$$H_{\text{produtos}} > H_{\text{reagentes}} = + \Delta H$$

Vale dizer que importa a variação da entalpia (ΔH), pois os valores da entalpia dependem apenas do estado do sistema, não dependendo do caminho percorrido (MORTIMER *et al.*, 2020).

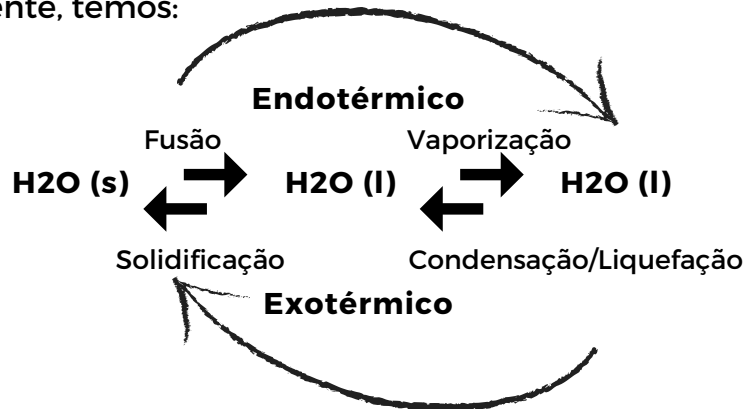
No caso das mudanças de estado físico (ou de agregação) da matéria, o diagrama de entalpia dessas transformações pode ser transcrito da seguinte forma (Figura 9):



Fonte: (SANTOS; MOL, 2016). adaptado pela autora.

Figura 9 - Representação Gráfica da Diferença dos Níveis de Entalpia da Água em seus Estados Físicos.

Resumidamente, temos:



Fatores que alteram a variação de entalpia:

- Estado de agregação;
- Forma alotrópica;
- Temperatura;
- Quantidade de matéria presente (mol).

Constituem **processos exotérmicos**: a queima de uma vela, a queima, a combustão do álcool, de derivados do petróleo, como a gasolina, o diesel, o propano. Transformações físicas, como a liquefação e condensação, também, são processos exotérmicos. Já os **processos endotérmicos**, destacam-se: a fotossíntese, a ebulição da água, a fusão do gelo, etc. (LISBOA *et al.*, 2016).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: SÉTIMO MOMENTO (SÍNCRONO-4)

Quando uma transformação se dá à pressão constante e o único trabalho possível é o trabalho de expansão, o calor liberado é igual a ΔH . Essa variação de entalpia é denominada Calor de Reação. Como foi falado na aula anterior, existem cinco tipos de entalpias, conforme a classificação da reação química. Devido a nossa temática, falaremos brevemente da entalpia de formação e de ligação, por serem importantes, mas nos deteremos na entalpia de combustão.

Como a entalpia não pode ser medida para cada substância isoladamente e existe uma infinidade de reações químicas, seria penoso determinar a quantidade de energia envolvida em cada uma delas em um calorímetro. Por isso, os cientistas optaram por medir a entalpia necessária para produzir um mol de substância, a partir de substâncias simples que a originaram, à pressão de 1 atm (atmosfera) e em sua forma mais estável, denominando-a de entalpia de entalpia-padrão de formação (ΔH_{fo}) (SANTOS; MOL, 2016).

A **Entalpia de Formação** (ΔH_{fo}) corresponde à variação de entalpia de reação para a formação de 1 mol de substância, a partir das substâncias simples mais estáveis, a 1 atm. e a 25 °C (SANTOS; MOL, 2016).

Ao lado, verificamos valores de Entalpia Padrão de Formação de algumas substâncias:

Todos os valores de entalpia-padrão de formação são obtidos experimentalmente e encontrados em tabelas para consulta. Vale dizer que, as substâncias simples mais estáveis possuem entalpia padrão de formação igual a zero.

Exemplos de Entalpia Padrão de Formação:

$H_2O(l)$ $\Delta H_{fo} = - 285,83 \text{ kJ/mol}$

$CO_2(g)$ $\Delta H_{fo} = - 393,3 \text{ kJ/mol}$

$CO(g)$ $\Delta H_{fo} = - 110,53 \text{ kJ/mol}$

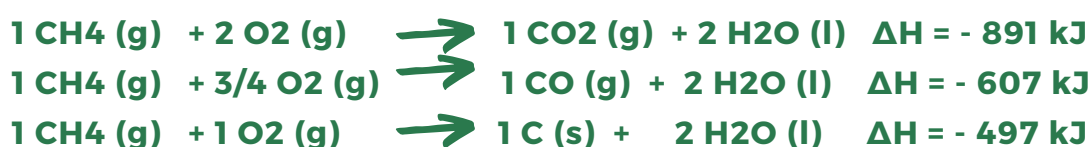
$C_2H_6O(l)$ $\Delta H_{fo} = - 277,69 \text{ kJ/mol}$

A quantidade de energia, sob a forma de calor, fornecida por um combustível quando queimado completamente, chama-se **poder calorífico**. No caso do automóvel, os combustíveis mais comuns são a gasolina e o álcool, cujos poderes caloríficos típicos são, respectivamente, 9600 e 6100 kcal/kg. O poder calorífico da gasolina é superior ao do álcool, portanto, carros movidos a etanol apresentam maior consumo de combustível, em comparação aos que utilizam o derivado de petróleo, estando ambos em condições idênticas de desempenho mecânico (SANTOS; MOL, 2016).

Nossa sociedade demanda por energia e hoje os derivados de petróleo são usados, em sua maior parte, para este fim. A obtenção de energia, a partir dos derivados de petróleo, é feita por meio de uma reação denominada combustão.

Em uma combustão, o combustível “queima” na presença de gás oxigênio (O₂), que está presente no ar atmosférico, sendo, assim, chamado de comburente. Dependendo do tipo de combustível e da quantidade de O₂ disponível, pode predominar uma das três formas de combustão: uma completa e duas incompletas.

Vamos considerar a queima de 1 mol de gás metano (CH₄), principal constituinte do gás natural:



Na combustão completa, formará, como um dos produtos finais, o gás carbônico (CO₂). Já as combustões incompletas são determinadas por alguns fatores, entre eles a quantidade de comburente disponível, podendo formar monóxido de carbono - CO(g) e carbono sólido - C(s).

O C(s) indica a formação de minúsculas partículas sólidas de carvão, conhecidas por fuligem ou, industrialmente, por negro de fumo, utilizado na produção de vários materiais, como borracha para pneus, tintas de imprensa, tatuagem, rímel e lápis para os olhos.

Observe que, na combustão completa, ocorre a maior liberação de energia, para qualquer tipo de hidrocarboneto.

Quando os químicos querem comparar a eficiência de diferentes combustíveis, é determinada a quantidade de calor liberada na combustão completa por mol ou grama do combustível.

Veamos alguns exemplos na tabela abaixo de entalpia de combustão:

Combustível	ΔH	
	kJ/mol	kJ/grama
H ₂ (gás hidrogênio)	-285,8	-142,9
C ₂ H ₅ OH (etanol)	-1366	-29,7
CH ₄ (gás metano)	-891	-55,69
CH ₃ OH (metanol)	-726,4	-22,7
C ₈ H ₁₈ (iso-octano)	-5470	-47,98

Os motores de explosão de quatro tempos, no Brasil, podem ser abastecidos com gasolina, etanol ou uma mistura de ambos. Seu funcionamento ocorre em quatro etapas, como podemos verificar na figura ao lado (Figura 10):

Nos **motores desregulados**, ocorrem grande porcentagem de combustões incompletas, gerando maior quantidade de compostos poluentes, como o monóxido de carbono, extremamente venenoso, e o carbono sólido. Além do prejuízo ao veículo e ao meio ambiente, a desregulagem consome mais combustível. É dever ético do técnico em mecânica avisar o cliente do problema.

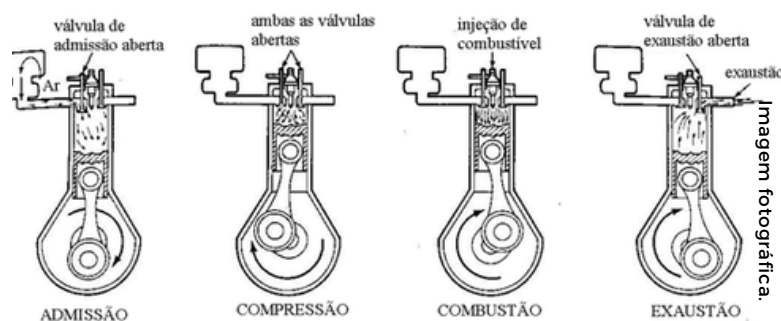


Figura 10 - Etapas de cada ciclo desenvolvido pelo cilindro de um motor que opera em ciclos de quatro tempos.

As **máquinas térmicas** são dispositivos que funcionam de acordo obedecendo a segunda lei da Termodinâmica. Neste caso, o calor não pode passar de forma espontânea de um corpo de menor temperatura para outro de temperatura mais alta. Sendo assim, as máquinas térmicas operam em ciclos, retirando uma quantidade calor (QQ) de uma fonte quente, convertendo parte desse calor em trabalho mecânico (W) e rejeitando outra quantidade de calor para uma fonte fria (QF). O **motor de quatro tempos** é uma versão mais complexa do que foi idealizado pelo engenheiro **Sadi Carnot**. A máquina ideal de Carnot funciona em ciclos, com dois processos isotérmicos (compressão e expansão à temperatura constante) e dois processos adiabáticos (compressão e expansão sem troca de calor) (TORRES; FERREIRA; SOARES, 2010).

Quando o pistão desce, movido pela biela, a válvula de admissão é aberta e, pela diferença de pressão, a mistura vapor de combustível e ar é adicionada ao interior do cilindro. Com a compressão, a mistura é comprimida pelo pistão. Para que o combustível não escape, todas as válvulas do sistema ficam fechadas. A vela inicia a combustão, onde a energia térmica será transformada em trabalho. A explosão ocasiona a expansão gasosa, a qual faz mover o pistão para baixo. Com o movimento dos pistões, a válvula de descarga aberta, os gases vão para o escapamento do automóvel. O tipo de motor exemplificado é denominado, também, de quatro cilindros. Motores com maior cilindradas consomem mais combustível.

A tecnologia da injeção eletrônica, a partir de 1988 no Brasil, permitiu um controle mais preciso da proporção de ar e combustível injetados no cilindro. Contudo, quando a quantidade de ar não é adequada ocorre a combustão incompleta. Vejamos como exemplo a combustão incompleta do Etanol:

Combustão incompleta do Etanol



$$\Delta H_{\text{combustão}} = \sum \Delta H_{\text{of}} \text{ (produtos)} - \sum \Delta H_{\text{of}} \text{ (reagentes)}$$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = [2 \cdot (-110,53 \text{ kJ}) + 3 \cdot (-285,83 \text{ kJ}) - (-277,69 \text{ kJ})]$$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = [-221,06 \text{ kJ} - 857,49 \text{ kJ} + 277,69]$$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = -800,86 \text{ kJ/mol}$$

Na **combustão incompleta** há uma considerável redução no valor da variação de entalpia, quando comparado com a combustão completa do etanol ($\Delta H_{\text{combustão}} = -1.366 \text{ kJ}$). Por isso, além da redução da poluição ambiental, ter uma proporção estequiometricamente correta entre combustível e comburente é essencial para um bom aproveitamento do potencial energético dos combustíveis.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: NONO MOMENTO (SÍNCRONO-5)

Uma reação química ocorre quando as ligações dos reagentes são rompidas para formar um novo rearranjo dos átomos e de ligações nos produtos. Neste caso, quando se formam substâncias simples há uma ruptura de ligações e formação de outras novas. Conhecendo a quantidade de energia envolvida em cada tipo de ligação podemos calcular a entalpia de formação das substâncias.

A Energia de Ligação consiste na entalpia média (ΔH), necessária para romper 1 mol de ligações covalentes entre dois átomos, de modo a obter esses átomos isolados na fase gasosa (SANTOS; MÓL, 2016).

A **Energia de Ligação** das substâncias são determinadas experimentalmente e fornecidas em tabelas. O sinal de cada ligação é definido diretamente na reação, representada pela equação termoquímica.

Os hidrocarbonetos encontrados no petróleo são fontes energéticas, porque nas ligações entre seus átomos há energia potencial química que poderá ser liberada no processo de quebra das ligações, durante a combustão (SANTOS; MÓL, 2016).

Quando as ligações são rompidas (reagentes), há absorção de energia (processo endotérmico, ΔH positivo), já na formação das ligações químicas novas ocorrerá liberação de calor (processo exotérmico, ΔH negativo). Neste último caso, as ligações formadas liberam energia porque atingem um estado mais estável que os átomos livres em estado excitado de energia.

Dessa forma, podemos calcular a entalpia de reação, desde que todas as substâncias envolvidas na transformação estejam no estado gasoso. O cálculo da variação de entalpia por energia de ligação é uma somatória das energias de ligação dos reagentes e dos produtos.

Como exemplo, vamos determinar a variação de entalpia de combustão completa de 1 mol de gás propano (C₃H₈):



A tabela abaixo apresenta os valores de Energia de Ligação dos átomos envolvidos na combustão do gás propano:

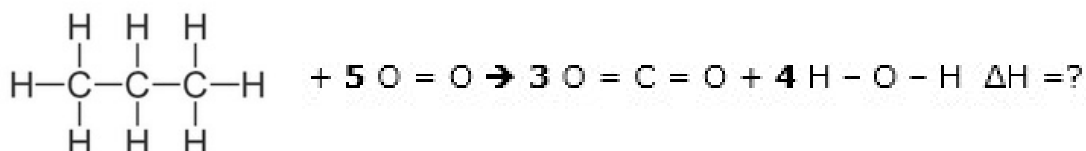
Energia de Ligação Média entre os Átomos
(valores em módulo)

Ligação	Energia (kJ/mol)
C-H	413
O=O	498
C=O	744
C-C	348
O-H	463

Em alguns casos e com os cuidados necessários, gases como o **propano** e o **butano** podem ser usados como fluídos refrigerantes.

Como técnicos ecologicamente corretos, considerem usar fluído refrigerante amigável do meio ambiente, com baixos níveis de ODP e GWP (índices de destruição da camada de ozônio e contribuição para o efeito estufa).

Vamos abrir a reação para facilitar a visualização das ligações:



Nos reagentes temos:

- ligação C - H = 8; C - C = 2; e O = O = 5

Nos produtos temos:

- ligação O - H = 8 e C = O = 6

Assim,

$$\Delta H = \sum H_r + \sum H_p$$

$$\Delta H = 8 (413) + 2. (348) + 5. (498) + 6. (-744) + 8. (-462) =$$

$$\Delta H = 3304 + 696 + 2490 - 4464 - 3696 =$$

$$\Delta H = -1670 \text{ kJ}$$

Obs.: A representação da água é angular, para facilitar a visualização escrevemos na forma linear.

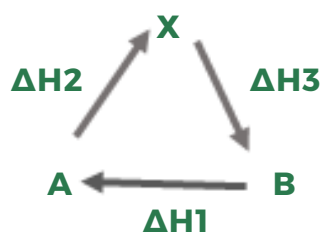
Note que a energia de ligação dos reagentes é positiva e a dos produtos é negativa.

Germain Henri Ivanovitch Hess (1802-1850), médico e químico suíço foi um dos precursores da Termoquímica e em 1840 enunciou a seguinte lei: *“A variação de entalpia envolvida numa reação química, sob certas condições experimentais, depende exclusivamente da entalpia inicial dos reagentes e da entalpia final dos produtos, seja a reação executada numa única etapa, seja em várias etapas sucessivas.”* (REIS, 2010, p. 200).

Isso só é possível porque a entalpia é uma função de estado.

Na ausência de energias de formação e de ligação, podemos calcular a variação de entalpia, a partir das reações parciais, em que já conhecemos esses valores. O cálculo é dado pela Lei de Hess.

Vamos considerar a reação genérica de transformação do reagente A em produto B, tem-se:



$\Delta H1$ corresponde à variação de entalpia da transformação de A em B na forma direta, em uma única etapa. Enquanto $\Delta H2$ e $\Delta H3$ são variações de entalpia de outro caminho de síntese.

Segundo a Lei de Hess, a variação de entalpia, em uma reação química, depende apenas dos estados inicial e final:

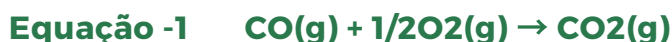
$$\Delta H1 = \Delta H2 + \Delta H3$$

A expressão dada acima, a variação de entalpia da transformação em uma etapa ($\Delta H1$) é igual ao somatório de todas as variações de entalpia envolvidas em uma transformação de múltiplas etapas ($\Delta H2 + \Delta H3$).

A Lei de Hess simplifica a tarefa de tabular as variações de entalpia de reações. Nessas tabulações, usamos as reações de formação em uma sequência de reações intermediárias, como se fossem equações matemáticas.

Vejamos um exemplo a seguir:

Em um conversor catalítico, usado em veículos automotores, em seu cano de escape para redução da poluição atmosférica, ocorrem várias reações químicas, sendo que uma das mais importantes é a transformação do monóxido de carbono em gás carbônico:



Utilizando as equações termoquímicas abaixo, que julga necessário, e os conceitos da Lei de Hess, obtenha o valor de entalpia da equação 1.



O valor da entalpia da equação 1, em kcal, é dado por: $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

O inverso da equação -2 + a equação -3 = equação -1.

Ficando da seguinte forma:



$$\Delta H = + 26,4 + (-94,1)$$

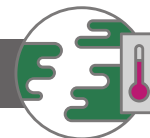
$$\Delta H = - 67,7 \text{ kcal/mol}$$



8. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA



PRIMEIRO MOMENTO



Momento síncrono- 1. Aula (40 min.) via vídeo conferência.

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

- Conceitos Científicos: Energia, Fontes de Energia; Energia Potencial, Energia Cinética, Energia Interna; Reações Exotérmicas e Endotérmicas, Termodinâmica e Termoquímica;
- A Revolução Industrial do século XVIII pela máquina a vapor; as condições e relações de trabalho, teoria da acumulação, a organização operária;
- Ecologia – Fluxo de energia, o caso das mariposas de Manchester.
- A evolução dos processos de produção no contexto da alienação do trabalho.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

HABILIDADES

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Discutir o papel da Energia na vida e na sociedade;• Compreender a relação da Ciência e da Tecnologia como forças produtivas;• Comparar o uso de diferentes máquinas térmicas na evolução dos processos produtivos;• Entender o que é energia, compreendendo os conceitos de Energia Potencial, Energia Cinética, Energia Interna, Termodinâmica e Termoquímica, Ecosistema;• Conhecer, de forma contextualizada, o fluxo de energia em um ecossistema;• Reconhecer as transformações no mundo do trabalho a partir da Primeira Revolução Industrial. | <ul style="list-style-type: none">• EM13CHS202;• EM13CHS404;• EM13CNT306;• EM13CNT308;• EM13CNT309. |
|--|---|

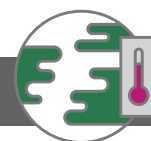
ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- Iniciar o primeiro encontro, explicando a temática da sequência didática e sua proposta;
- Aula com slides: A partir de três imagens mostradas ao mesmo tempo – imagens geradoras- (Um carro de boi, uma locomotiva e um automóvel) o professor investigará os conhecimentos prévios perguntando dos discentes o que as três imagens sugerem. Após ouvir as respostas, perguntar o que as imagens têm. Ouvi-los até que alguém mencione o uso de energia e/ou que se trata de máquinas térmicas com uso de energia. Prosseguir perguntando: Como essas imagens diferem-se? Ouvir as respostas, incentivando a participação;
- Em seguida, pedir aos discentes que identifiquem formas diferentes de Energia. Ao final perguntar: Para vocês o que é a Energia? O docente ouvirá pontos de vistas, alguns do senso comum, outros da própria experiência de trabalho do estudante.
- Explicar o conceito científico de Energia, relacionando com as respostas dadas, procurando desfazer as do senso comum.
- Prosseguir com os conceitos de Energia Potencial e Energia Cinética. Neste caso, o docente deve direcionar os conceitos dessas energias para as partículas químicas. Comentar, também, a Energia Interna. Após isso, o professor pode entrar com os conceitos de Transformações Endotérmicas e Exotérmicas, relacionando-os com o aquecimento global.
- Novamente fazer menção às imagens geradoras, revelando tratem-se de máquinas térmicas que utilizam diferentes tipos de combustíveis para executar trabalho mecânico. Sendo que a locomotiva e o automóvel são o resultado da evolução do conhecimento científico. Lembrar aos estudantes de que a Ciência e a Tecnologia são usadas pela humanidade como forças produtivas.



- Apresentar o conceito de Termodinâmica e Termoquímica, além do Princípio de Conservação de Energia. Neste caso, problematizar a Primeira Lei da Termodinâmica. Peça que os sujeitos façam argumentos que considerem lógicos, sobre a possibilidade ou não da conservação de energia em diferentes ambientes.
- Na primeira imagem, falar da fotossíntese e do fluxo de energia.
- Na segunda e terceira imagens, discutir o uso de máquinas para produzir trabalho, transformando os modos de vida e o ecossistema. Sugerimos que o docente apresente o caso das mariposas de Manchester.
- Ao final do primeiro encontro, problematizar:
- Como seria nossas vidas se não pudéssemos transformar a Energia? Teríamos meios de locomoção rápidos? Teríamos máquinas e ferramentas elétricas? Seríamos mais livres?
- Quais as implicações na educação e na sociedade em transformar a Ciência em força produtiva?

Vale a pena trazer o debate para os dias de hoje, esclarecendo sobre as novas formas de trabalho e a indústria 4.0. Seria válido debater as alterações no meio ambiente amazônico com o advento da Zona Franca de Manaus e o crescimento populacional desordenado.



SEGUNDO MOMENTO

Atividade assíncrona- 1. Estudo dirigido com atividades guiadas -Visualização de vídeo aulas e escrita de um texto argumentativo.

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

- A dependência da Energia no mundo moderno;

- O uso da Ciência e da Tecnologia na expansão do industrialismo;
- A propagação da ideologia do Tecnocentrismo pela sociedade moderna apoiada em máquinas;
- A evolução dos processos de produção no contexto da alienação do trabalho e as mutações na forma do trabalho.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discutir o papel da Energia na vida e na sociedade;
- Associar o uso da energia à produção de trabalho, agregando seu uso a grandes transformações sociais, culturais, ambientais e de trabalho,
- Conscientizar sobre importância dos conhecimentos historicamente construídos e como eles tem se transformado em força produtiva

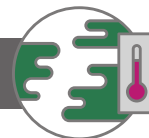
HABILIDADES

- EM13CHS202;
- EM13CHS403;
- EM13CHS404;
- EM13CT306;
- EM13CNT308;
- EM13CNT309.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- Os discentes devem ser orientados a assistir aos vídeos: Doc.-1 e Vídeo aulas 1, 2 e 3, sugeridos no final da sequência (página 84);
- A partir da visão de mundo dos estudantes e do que foi apreendido, o docente pedirá aos mesmos que escrevam um texto dissertativo-argumentativo sobre as problemáticas levantadas no primeiro momento. No referido texto, os estudantes deverão, também, refletir sobre os impactos da transição do modo de produção artesanal para o automatizado na vida dos seres humanos e na organização da sociedade.
- Peça aos sujeitos para dividirem o texto em duas fases: a primeira trará argumentos favoráveis da Ciência e da Tecnologia, como forças produtivas, A segunda fase, os estudantes deverão escrever as consequências sociais e ambientais do uso dessas vertentes sem limites estabelecidos. Os discentes devem ser orientados a buscar informações consistentes na web, em sites ou repositórios confiáveis.

TERCEIRO MOMENTO



Momento síncrono -2. Aula (40 min) via vídeo conferência.

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

- Fontes de energia renováveis e não renováveis.
- Efeito estufa e aquecimento global;
- O ciclo do Carbono;
- A relação do aquecimento global com a elevação da entropia no Universo;
- Proteção da natureza e sustentabilidade.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discutir a matriz energética brasileira e as energias renováveis e não renováveis;
- Analisar o ciclo biogeoquímico do carbono e interpretar os efeitos da interferência humana sobre esse ciclo;
- Desencadear atitudes individuais e/ou coletivas responsáveis, frente ao uso da energia e do consumo consciente.

HABILIDADES

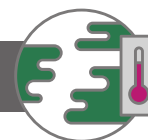
- EM13CNT101;
- EM13CNT106;
- EM13CNT203;
- EM13CNT206;
- EM13CNT301;
- EM13CNT309.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- Incentivar a discussão sobre os vídeos assistidos, observando os pontos de vista dos discentes e se eles tendem ou não às visões cartesianas lineares da C&T.
- Se o docente achar ainda necessário, traçar comentários sobre a aula anterior. Lembrar que o petróleo e o carvão mineral, ainda, são as maiores fontes de obtenção de energia em escala global.

- Discutir a necessidade mundial crescente por energia, lembrando que apenas uma pequena parcela da população colhe seus benefícios. Aproveite este momento para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre mudanças climáticas.
- Através de imagens, mostrar o ciclo biogeoquímico do carbono e como estamos alterando este ciclo. Procure relacionar as emissões de gases do efeito estufa a aceleração do aquecimento global.
- Explicar aos estudantes que na busca por ordenar a vida, firmando o modo capitalista de se viver, o ser humano tem desordenado a natureza. A natureza, como um sistema, faz parte de um sistema ainda maior que é o Universo. Ela está constantemente recebendo quantidade de calor, mas não tem capacidade de cedê-lo. Neste caso, a entropia do Universo está aumentando com o passar do tempo. Enfatizar que o aumento da entropia do Universo se dá de forma irreversível, desperdiçando grande quantidade de energia
- Pedir que os sujeitos reflitam sobre qual a relação dos nossos bens de consumo com a produção de Energia,
- Mostrar por dados a relação da elevação da temperatura na terra com o uso crescente da energia.
- Peça que cada um dos sujeitos falem se tomam alguma atitude individual ou em família que contribua para a diminuição do problema energético.

QUARTO MOMENTO



Atividade assíncrona-2 - Estudo dirigido com atividades guiadas.

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

- Matrizes energéticas e diferentes tipos de combustíveis.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apreender as vantagens e desvantagens de cada tipo de combustível ou fonte energética;
- Desenvolver a capacidade argumentativa na defesa de posicionamentos a favor e contra;
- Compreender o funcionamento de uma máquina térmica (escolhida pelo grupo).

HABILIDADES

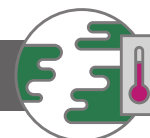
- EM13CNT102;
- EM13CNT301;
- EM13CNT307;
- EM13CNT309.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- Como estratégia, sugerimos o projeto de atividade apresentado por Mortimer e Machado (2016, p. 59):
- Neste projeto, faremos um estudo dos combustíveis do ponto de vista químico, ambiental e social. Cada grupo de alunos deverá trabalhar com um dos grupos de combustíveis ou fontes de energia relacionados a seguir: combustíveis fósseis - petróleo, carvão mineral e gás natural; combustíveis nucleares - urânio e plutônio; fontes renováveis - madeira e carvão vegetal; fontes renováveis - etanol e metanol; fontes renováveis - biogás e biodiesel; fontes renováveis - energia solar e eólica; fontes renováveis - hidroelétrica e de maré.
- Cada grupo deverá preparar um relatório escrito com uma série de argumentos sobre as vantagens e desvantagens da fonte de energia ou combustível escolhido, levando em consideração eficiência energética, custos de produção, facilidade de obtenção, impacto ambiental e social decorrente de sua produção e utilização.

- O docente poderá elaborar uma lista das questões levantadas, como por exemplo, pergunte a origem do combustível ou fonte de energia, o potencial de uso desse recurso no Brasil e no mundo, os impactos ambientais e sociais de sua obtenção/produção/extração, que medidas são tomadas para minimizar os possíveis impactos.
- O docente deverá pedir que os sujeitos descrevam o funcionamento de uma máquina em que esse combustível ou fonte de energia é utilizado, lembrando de mencionar a eficiência energética dessa máquina.
- Sugerimos que a equipe se reúna ou eleja um representante e grave um áudio, em que primeiro defenderá o uso da fonte de energia ou combustível e depois mostrará argumentos contra.

QUINTO MOMENTO



Momento síncrono-3. Aula (40 min) via vídeo conferência.

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

- Conceitos científicos: Temperatura, Calor, Energia Interna, Variação de Entalpia;
- O uso de Termômetros e Calorímetros;
- A importância do controle da temperatura;
- A expressão matemática simplificada da Primeira Lei da Termodinâmica e sua relação com os Calores de Reação;
- Equação Termoquímica;
- Variação de Entalpia no processos endotérmicos e exotérmicos, com seus respectivos diagramas de energia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ampliar o perfil conceitual do estudante sobre: Temperatura e Calor (conhecimento científico versus conhecimento do senso comum);
- Compreender o conceito de Variação de Entalpia,
- Aprender a montar uma equação Termoquímica da forma correta;
- Entender a importância do controle da temperatura nas máquinas térmicas.

HABILIDADES

- EM13CNT107;
- EM13CNT201;
- EM13CNT206.

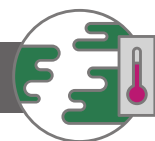
ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- Antes de iniciar a aula, o docente deve pedir aos discentes que comentem o que mudou, em suas percepções sobre o uso ético das fontes de energia.
- O docente fará a ponte dos comentários citados pelos estudantes com o questionamento sobre calor e temperatura. São a mesma coisa?
- Problematizar frases do senso comum relacionadas ao calor e à temperatura. O professor poderá perguntar qual das frases a seguir está correta: hoje faz calor? ou hoje está quente? Ampliar a discussão perguntando se o tato é suficiente para se determinar a temperatura dos objetos?
- Incentivar a discussão através de uma situação-problema: Se você mergulhasse sua mão em uma vasilha, a por cerca de um minuto, com água morna e a outra mão com água gelada. Em seguida, se mergulhasse as duas mãos, ao mesmo tempo, em uma única vasilha com água morna, o que acha que sentiria em cada mão?

- O docente pode explicar os conceitos científicos de temperatura e calor utilizando slides, mas deixe suspenso as respostas sobre as problematizações levantadas. Para construir autonomia, eles devem buscar as respostas, percebendo que o tato não é suficiente para medir a temperatura real da água morna, porque as sensações serão diferentes. O professor pode aprofundar o conhecimento, pedindo aos sujeitos que pesquisem os conceitos de temperatura e calor, em termos de comportamento molecular. O ideal seria que os estudantes já tenham algum conhecimento sobre gases.
- Esclarecer o emprego de dispositivos diferentes para medição do calor e da temperatura (calorímetro e termômetro, respectivamente). Lembrar da importância do controle da temperatura nos processos industriais e na máquina térmica humana. Sugerimos ao professor comentar sobre as ondas de calor que tem assolado o mundo. Perguntar aos sujeitos se sabem o que aconteceu em algumas cidades do Canadá e da Europa, em relação às ondas de calor. Após isso, peça a contribuição dos estudantes, para que exponham a importância do sistema de arrefecimento nos veículos de transporte.
- Explicar o significado da expressão da Primeira Lei da Termodinâmica, até chegar ao conceito de Energia Interna, Entalpia e Variação de Entalpia. O professor deve explicar aos alunos a importância nas medições do calor de um material. Explique que não é possível medir o valor absoluto da entalpia de um sistema, mas sim sua variação nas transformações físico-químicas. Especifique as condições necessárias (CNTP e alótropo mais estável).
- Esclarecer os tipos de calores de entalpia, destacando nos exemplos a descrição correta de uma de equação termoquímica. É apropriado que o professor faça uma breve revisão sobre balanceamento químico pelo método das tentativas.
- Utilizar os diagramas de energia para explicar as diferenças, em termos de entalpia, das reações termoquímicas (exotérmicas e endotérmicas).

- Da mesma forma o docente, por meio de ilustrações esquemáticas, mostrará que as transformações exotérmicas e endotérmicas ocorrem, também, em processos físicos. Os estudantes, possivelmente, terão este conhecimento prévio. Para contextualizar, procure citar exemplos do cotidiano. Ao final da aula, o professor passará as atividades sugeridas para o sexto momento.

SEXTO MOMENTO



Atividade assíncrona- 3- Estudo dirigido com atividades guiadas.

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

- Temperatura e Calor - entendendo a diferença.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender, a partir da Ciência e de forma contextualizada, a diferença conceitual entre Temperatura e Calor.

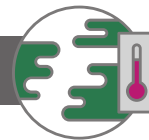
HABILIDADES

- EM13CNT101;
- EM13CNT301;
- EM13CNT308

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- Os estudantes deverão ser orientados a assistir às vídeo aulas 4 e 5 e aos vídeos de práticas investigativas 1, 2 e 3, sugeridos nas páginas 84 e 85. Neles, há aulas e a realização de alguns experimentos que despertarão o gosto pela Ciência;
- Após leitura e visualização das aulas e práticas experimentais, os estudantes deverão pesquisar as seguintes situações-problemas da aula anterior e as seguintes: 1) Por que sentimos mais fome em dias mais frios do que em dias de muito calor? 2) Por que quando se está febril, toma-se um banho frio? 3) Combustão é a mesma coisa que pegar fogo? 4) Podemos dizer que a gordura corporal é um exemplo de reação endotérmica ou exotérmica?

SÉTIMO MOMENTO



Momento síncrono - 4 Aula (40 min) via vídeo conferência.

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

- O Calor Padrão de Formação e o Calor de Combustão;
- Combustão Completa e Incompleta e sua relação com a desregulagem do motor.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

HABILIDADES

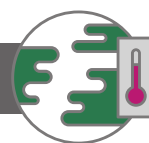
- | | |
|--|---------------|
| • Analisar e compreender dos dados tabelados dos calores de formação | • EM13CNT101; |
| • Conhecer o resultado de combustões completas e incompletas de alguns combustíveis; | • EM13CNT206; |
| • Associar as combustões incompletas à desregulagem do motor, despertando a responsabilidade ética do técnico, para com o meio ambiente. | • EM13CNT301; |
| | • EM13CNT308. |

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- Neste quarto encontro, o professor abrirá a aula com slides explicando os tipos de Calores de Reação. Nesta aula, procure dar ênfase à Entalpia de Formação e à Entalpia de Combustão.
- Quando explicar o calor de combustão, o professor direcionará os exemplos para as diferenças de uma combustão completa e incompleta. Pergunte dos estudantes se sabem dizer os potenciais danos ambientais e de saúde causados pela combustão de combustíveis fósseis, principalmente (é importante nesta etapa refletir sobre as queimadas, as emissões excessiva de gases poluentes e sua relação com o aquecimento global).

- O educador pode pedir a colaboração dos discentes mais experientes, lançando as seguintes problematizações: O que fazer para diminuir a combustão incompleta do combustível no motor? O excesso de combustão incompleta pode ser um indicador de pré-ignição? Qual a diferença de pré-ignição e detonação? Qual dos combustíveis produz menos SO₂, etanol, gasolina ou diesel? Caso não haja respostas suficientes, disponibilize material digital para que leiam sobre o assunto.
- Introduzir o conceito de Poder calorífico contextualizando com exemplos do cotidiano. Neste ponto, o professor deve esclarecer os motivos de não ser determinante o emprego de um combustível apenas pela análise técnica do poder calorífico dele e que há outros fatores, até de natureza ética, envolvidos. Encerrar a aula, conduzindo os estudantes para a investigação proposta no próximo momento.

OITAVO MOMENTO



Atividade assíncrona- 4. Estudo dirigido com atividade guiada.

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

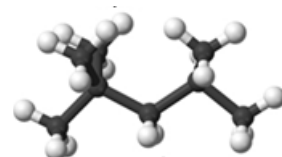
- Princípios científicos da Calorimetria pelo uso dos calorímetros;
- Combustão completa e incompleta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprovar a diferença de energia nos combustíveis álcool e querosene;
- Proporcionar ao aluno condições de comparar a formação de fuligem durante a combustão da gasolina e do álcool e refletir sobre a contribuição de cada um como agente poluidor;

HABILIDADES

- EM13CNT101;
- EM13CNT205.

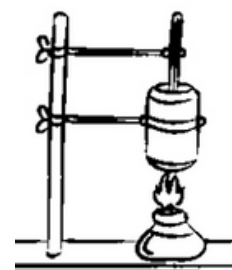


ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- **Investigação científica** - Primeiro, os estudantes compararão a energia de combustão de diferentes combustíveis e depois constatarão visualmente as diferenças entre combustão completa e incompleta. Sugere-se, preferencialmente, o uso do laboratório de Química, com a presença de um técnico para a realização dessas investigações. Porém, o segundo experimento pode ser feito em qualquer ambiente aberto, não necessitando de laboratório.

Primeiro Experimento:

- Materiais necessários: duas latas de alumínio (350 ml); suporte universal com garra e argola (ou adaptação); arame para prender as latas no suporte; duas lamparinas (uma abastecida com etanol outra com querosene; proveta de 50 ml, fósforo ou isqueiro, termômetro químico; balança de precisão; água.
- O procedimento inicia-se com a construção do sistema calórico: com um arame envolva a latinha de alumínio, apoiando-a na argola do suporte; preda o termômetro utilizando a garra, conforme a figura ao lado; o bulbo do termômetro deve ficar mergulhado na água, a uma distância de 1 cm do fundo da latinha.
- Passados 10 segundos anote a temperatura inicial da água; meça a assa inicial do sistema lamparina + álcool.
- Aqueça até 90 oC a água da latinha com a chama do etanol; após isso, apague a lamparina e meça a massa do sistema novamente; Repita todo o procedimento com a lamparina de querosene. Você observará diferenças, como, por exemplo, formar fuligem no processo de combustão.
- Compare a massa dos combustíveis que foi necessária para se ter o mesmo valor energético na latinha contendo água (com temperatura de 90 oC). Considerando o calor cedido igual ao calor recebido calcule a variação de temperatura (ΔT).

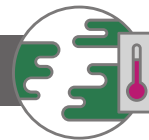


- O docente disponibilizará os seguintes questionamentos para discussão: 1) Analisando os dois processos de combustão, qual dos combustíveis mostrou-se mais eficiente (rendimento/tempo) no processo de combustão? 2) Escreva a equação termoquímica balanceada do etanol (C_2H_6O) e do diesel (considere $C_{12}H_{26}$).

Segundo Experimento:

- **Materiais necessários:** 2 lamparinas; 1 pires de fundo branco; 30 ml gasolina; 30 ml álcool combustível; 1 caixa de fósforos.
- **Procedimento:** coloque álcool combustível em uma das lamparinas até aproximadamente 2 cm de altura; enxugue bem com um papel absorvente qualquer quantidade de álcool que possa ter escorrido para fora da lamparina ou sobre a bancada; acenda com cuidado a lamparina que contém álcool e coloque um pires branco sobre a chama lamparina - a uma distância de mais ou menos 5 cm. Após cerca de 5 segundos, observe o fundo do pires; apague a lamparina e anote suas observações na tabela de resultados; repita o mesmo procedimento utilizando a outra lamparina, agora com gasolina. Utilize uma tabela para organizar os resultados: "Fundo da base usada em contato com álcool" e "Fundo da base usada em contato com gasolina".
- O docente disponibilizará os seguintes questionamentos: 1) Como chamamos o que ficou depositado no fundo do pires? 2) Por que um dos combustíveis depositou mais material que outro? 3) Em que condições você espera que se forme mais CO durante a combustão da gasolina em um carro? 4) Quais as desvantagens da combustão incompleta? 5) Entre o álcool e a gasolina, qual combustível que você espera que forme maiores quantidades do gás tóxico SO_2 durante a combustão? 6) Explique se o motor de um carro estiver desregulado, o que não é tão raro, será que 1 litro de gasolina fará o carro andar a mesma distância que andaria se o motor estivesse regulado? Por que? 7) Por que muitas vezes em túneis longos se encontram placas com os dizeres: "Desligue o motor em caso de congestionamento".

NONO MOMENTO



Momento síncrono-5. Aula (40 min.) via vídeo conferência

OBJETO DE CONHECIMENTO TRABALHADO

- Entalpia de Ligação;
- Lei de Hees.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar a Lei de Hess nos cálculos sobre as entalpias de reação;
- Prever a variação de entalpia a partir da aplicação da energia de ligação;
- Solucionar os problemas matemáticos sobre Termoquímica;
- Construir, de forma colaborativa, um glossário.

HABILIDADES

- EM13CNT101;
- EM13CNT301.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

- Para explicar a Entalpia de Ligação e a Lei de Hess, o docente deve disponibilizar slides.
- Na exemplificação do cálculo da Entalpia de Ligação docente deve dar prioridade a exemplos com fórmulas de combustíveis.
- Esclarecer que a energia química é a energia liberada ou absorvida na quebra ou na formação de ligações químicas. Mencione a importância da energia na formação de novos compostos. Seria pertinente, associar a importância das Reações Químicas para o corpo humano, comparando-o a uma Máquina Térmica. ressaltando, ainda, que a boa manutenção desta máquina e o desempenho dela dependem do tipo de combustível usado,

- Se desejar, o docente pode aprofundar-se na contextualização, mencionando que nos processos de construção do corpo humano (renovação das células danificadas, formação dos ossos, cabelos, unhas) as reações, em geral, ocorrem mediante absorção de energia. Já a **quebra** das ligações dos alimentos, transformando-se em nutrientes, ocorre por meio de reações que liberam energia e que podem ser utilizadas nos processos de construção do corpo humano.
- Enfatizar o consumo consciente dos alimentos, bem como dos recursos naturais para a manutenção da vida.
- Na explicação sobre a Lei de Hess, o professor o fará através de exemplos do livro didático. Lembrar aos estudantes que devem tratar a equação química como uma equação matemática. Disponibilize aos seus alunos uma lista de exercícios da Termoquímica como avaliação final.
- Ao final da aula, o professor falará da evolução do pensamento científico e como, com ele, foi possível produzir tecnologia e mais Ciência. Todavia, deve salientar que a Ciência não pode explicar tudo e nem resolver tudo. Depende sempre de todos nós.
- Propor aos estudantes a montagem de um glossário de tudo que aprenderam nesta sequência didática.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aprendemos sobre a relevância do diálogo, na construção do EMI, não somente entre educador e educandos, mas também o diálogo entre os conhecimentos sistematizados, para a formação de sujeitos-cidadãos que estando no mundo precisam agir nele com consciência social, política e ambiental.

Como docentes, devemos educar para um futuro presente, como forma de enfrentamento aos novos desafios ligados às mudanças organizacionais. Tais mudanças trazem inovações tecnológicas sobre as atividades do trabalho e da cultura profissional. O propósito da RFECPPT jamais deve ser posto de lado em formar com base nas premissas da Ciência, da Tecnologia, da Cultura e do Trabalho.

Na oportunidade da pesquisa e deste produto didático aprendemos muito com Paulo Freire. Por isso, questionamo-nos se pode haver ensino-aprendizagem da Química para a cidadania, no fortalecimento da FHI, sem que haja uma reflexão crítica, sobre os possíveis malefícios gerados pela C&T, quando não são empregadas para o bem do coletivo e de forma sustentável.

A energia é cada vez mais necessária nos sistemas produtivos, nas atividades domésticas e na manutenção da qualidade de vida das pessoas. Entretanto, muitos processos utilizados para obtê-la provocam sérios problemas ambientais e comprometem a vida na Terra. Quando compreendemos isso, procuramos ser pessoas responsáveis, mais éticas e mais críticas quanto ao que consumimos.

Lembramos que aprender Termoquímica é importante, porque ela está presente na fotossíntese das plantas, fundamental para a vida na Terra. Está, também, na poluição do meio ambiente, nas mudanças de estado físico da água, mostrando que, com atitudes inconscientes, alteramos ecossistemas, mudamos o futuro das próximas gerações. Além disso, a Termoquímica está nas reações que ocorrem em nosso organismo e em muitos aspectos da Mecânica.

Importa-nos saber que este trabalho será útil na construção de pessoas mais humanas no trato com outros seres vivos. Porque o planeta habitado por nós é um ser vivo, que sente os impactos de nossas ações, devolvendo, em igual proporção, o que fazemos a ele.

Foi um desafio para a autora fazer uma sequência didática direcionada ao Curso Técnico em Mecânica, contudo este desafio mostrou-se prazeroso, visto que estava sendo construído para docentes e discentes da Educação de Jovens e Adultos.

A EJA precisa deixar de ser vista como uma educação daqueles que nada sabem, dos que desistiram ou não estudaram no tempo correto.

Jovens, adultos e idosos, estudantes trabalhadores, têm saberes importantes, têm talentos que muitas vezes, são suprimidos na escola. Trabalhar com a EJA exige preparo do docente e curso de formação.

Os autores.

SUGESTÕES DE DOCUMENTÁRIO E VÍDEO AULAS (ENDEREÇOS ELETRÔNICOS)

Doc.-1: Revolução Industrial na Inglaterra - https://www.youtube.com/watch?v=jt-o3EBQPMU&ab_channel=DrAlexandreRitter

Vídeoaula-1: Segunda Revolução Industrial e suas características - https://www.youtube.com/watch?v=wPBeQHO9VnY&ab_channel=CanalGeographacilMalafaia

Vídeoaula-2: Energia - https://www.youtube.com/watch?v=pXtVUobPQLs&ab_channel=Nerdologia

Vídeoaula-3: Tipos de Energia e Transformação - https://www.youtube.com/watch?v=SY6ggmuGGGE&ab_channel=InstitutosdosConcursos

Vídeoaula-4: O que é Calor - https://www.youtube.com/watch?v=Efmcz_Qp_2l&ab_channel=F%C3%ADsicacomDouglasGomes

Vídeoaula-5: Diferença entre Calor, Energia Térmica e Temperatura - https://www.youtube.com/watch?v=biLQGuEFGkU&t=948s&ab_channel=F%C3%ADsicacomDouglasGomes

Vídeoaula-6: Principais Gases poluentes - https://www.youtube.com/watch?v=v8n4-3hiPm0&ab_channel=PlanetaBiologia

Vídeoaula-7: Máquinas Térmicas - https://www.youtube.com/watch?v=q3ZBwqtOt2c&ab_channel=FelipeMenegotto

Vídeoaula-8: A Física das Máquinas Térmicas - https://www.youtube.com/watch?v=bYaBParE6_o&t=251s&ab_channel=F%C3%ADsicacomDouglasGomes

Vídeoaula-9: Pílulas da Ciência - Energia dos alimentos - https://www.youtube.com/watch?v=6tk2nd9oNus&ab_channel=pontociencia

SUGESTÕES DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS (ENDEREÇOS ELETRÔNICOS)

Prática-1: Diferença entre Calor e Temperatura (1) -
https://www.youtube.com/watch?v=XjWO1Hr5ASE&list=PLeIRChtd5vW7rNxjbucW876HNvUQctjSg&index=1&ab_channel=FranciscoLavarda

Prática-2: Diferença entre Calor e Temperatura (2) -
https://www.youtube.com/watch?v=phg2j6R_rEA&list=PLeIRChtd5vW7rNxjbucW876HNvUQctjSg&index=2&ab_channel=FranciscoLavarda

Prática-3 : Produção de Calor por Combustão -
https://www.youtube.com/watch?v=H6UnR3r_VZE&list=PLeIRChtd5vW7rNxjbucW876HNvUQctjSg&index=8&ab_channel=FranciscoLavarda

Prática-4 Reações Endotérmicas e Exotérmicas -
https://www.youtube.com/watch?v=VVZB-U0EQ2U&ab_channel=IsaquielChaves

Prática-5: Poder Calorífico dos Combustíveis - https://www.youtube.com/watch?v=y8Vz_QzGmiU&ab_channel=GEPEQIQ-USP

ANTUNES, Ricardo; ALVES, Giovanni. As mutações no Mundo do Trabalho na Era da Mundialização do Capital. **Revista Educação Social**, Campinas, v.25, n. 87, p. 335-351, maio/ago.2004. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 20 set. 2019.

BIANCHI, José Carlos de Azambuja; ALBRECHT, Carlos Henrique; MAIA, Daltamir Justino. **Universo da Química: Ensino Médio: volume único**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Brasília: MEC/SEB, 2013.. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 20 fev. 2020.

ARAÚJO, Sílvia Maria de; BRIDI, Maria Aparecida; MOTIM, Benilde Lenzi. **Sociologia: volume único: ensino médio**. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2016.

ARRUDA, José J. de A. . **A Revolução Industrial**. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 1991.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. PROEJA: Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos: **Documento Base**. Brasília: Setec/MEC, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/proeja_medio.pdf. Acesso em: 20 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular (Ensino Médio) - BNCC**. Brasília, MEC/SEMTEC, 2018a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em 10 jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução MEC/CNE n.o 3**, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Conselho Nacional de Educação do Distrito Federal. Brasília. 2018b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2018-pdf/102481-rceb003-18/file>. Acesso em: 10 mar. 2021.

BUZAN, Tony. **Dominando a Técnica dos Mapas Mentais: o guia completo de aprendizado e uso da mais poderosa ferramenta de desenvolvimento da mente humana**. 1. ed. São Paulo: Cultrix, 2019.

CAMILLO, Cíntia Moralles; MEDEIROS, Liziany Müller. **Teorias da Educação**. 1 ed. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018, 1 e-book: il.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. Universidade Vale do Rio dos Sinos, n. 22, p. 89-100, jan.-fev.-mar.-abr. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>. Acesso em 10 mai. 2020.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 1979. Disponível em: https://www.fpce.up.pt/ciie/sites/default/files/Paulo%20Freire%20-%20Conscientiza%C3%A7%C3%A3o_pp.5-19.pdf. Acesso em: 10 dez. 2019.

FREIRE, Paulo. **Educação Como Prática da Liberdade**. 1. edição. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 1967. Disponível em: <https://cpers.com.br/wp-content/uploads/2019/09/5.-Educa%C3%A7%C3%A3o-como-Pr%C3%A1tica-da-Liberdade.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 15. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. 1.ed. São Paulo: UNESP, 2000. Disponível em: <https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Paulo-Freire-Pedagogia-da-indigna%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 15. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1983.

FRIGOTTO, Gaudêncio. Contexto e Sentido Ontológico, Epistemológico e Político da Inversão da Relação Educação e Trabalho para Trabalho e Educação. **Revista Contemporânea de Educação**, vol. 10, n. 20, jul/dez, 2015, p. 228-247. Disponível em: http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/d/Capital_Humano_-_rec.pdf. Acesso em 05 de fev. 2020

GADOTTI, Moacir. **Educação Integral no Brasil: inovações no processo**. 1. ed. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2009. Disponível em: http://acervo.paulofreire.org:8080/xmlui/bitstream/handle/7891/3079/FPF_PTPF_12_076.pdf. Acesso em: 29 nov. 2019.

GADOTTI, Moacir. **Educar para a Sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável**. 1. ed. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2008. Disponível em: http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/3080/1/FPF_PTPF_12_077.pdf. Acesso em 15 nov. 2019.

GADOTTI, Moacir. **Boniteza de um Sonho: ensinar-e-aprender com sentido**. 1.ed. Nova Hamburgo: Feevale, 2003. Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/93aeebed-9c8b-4b56-8341-22ac5cd3b501/Boniteza%20de%20um%20Sonho.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.

GODOY Leandro; AGNOLO, Rosana Maria D.; MELO, Wolney C. **Multiuniversos: Ciências da Natureza: ciência, sociedade e ambiente**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

GONÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos. **Física: interação e tecnologia, volume 2**. 2. ed. São Paulo: Leya, 2016.

INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS - IFAM. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2019-2023. Cap. 2. Projeto Pedagógico Institucional- PPI**. Manaus: IFAM, 2019. Disponível em: <http://www2.ifam.edu.br/pro-reitorias/desenvolvimento-institucional/plano-de-desenvolvimento-institucional/pdi-2019-2023>. Acesso em: 10 fev. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS - IFAM. **Projeto Pedagógico de Curso do Curso Técnico de Nível Médio em Mecânica na Forma Integrada na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos - Campus Manaus-Centro**. Manaus: IFAM, 2020.

KAPLÚN, Gabriel. Material Educativo: a experiência de aprendizado. **VI Congresso da ALAIC** – Associação Latino-Americana de Pesquisadores da Comunicação. Santa Cruz da Serra, Bolívia, jun. 2002.

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.

LISBOA, Júlio C. F. et al. **Ser Protagonista: Química**, 2o. ano. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

MARX, Karl. **O Capital: crítica da economia política**. Volume I. 35 ed. Rio de Janeiro: Boitempo, 2013. Disponível em: <https://coletivocontracorrente.files.wordpress.com/2013/10/tmpsq7jbjv.pdf>. Acesso em 10 nov. 2019.

MÉSZÁROS, István. **A Educação para Além do Capital**. Trad. Isa Tavares. 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2008.

MÉSZÁROS, István. **A Crise Estrutural do Capital**. 2 ed. São Paulo: Boitempo, 2011.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. 1. ed. São Paulo: EPU, 1986.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química: ensino médio**, v. 2. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016.

MORTIMER et al. **Matéria, Energia e Vida: uma abordagem interdisciplinar: materiais e energia: transformações e conservação**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2020.

MOTA, Carlos Guilherme. **História Moderna e Contemporânea**. 1. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1986.

NASCIMENTO, A. S. G.; RODRIGUES, M. F.; NUNES, A. O. A Pertinência do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação Profissional e Tecnológica. **BBEPT**, vol. 2, n. 11, 2016, p. 117- 129.

NOSSELA, Paolo. Ética em Pesquisa. **Edu. Soc.**, Campinas, vol 29, n. 102, p. 255- 273, jan/abr. 2008.

PALACIOS, E. M. et al. **Cadernos Ibero-América: Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. [S.l.]: OEI, 2003.

PARANÁ, Djalma Nunes da Silva. **Física para o Ensino Médio**, volume único. 2. ed. São Paulo: 1999.

PINTO, Álvaro Vieira. **Sete Lições Sobre Educação de Adultos**. 16 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

REIS, Martha Reis M. da F. **Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia**, v. 2. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

RÉMOND, René. **O Século XIX: 1815 - 1914.:** introdução à história de nosso tempo. 1 ed. São Paulo: Editora Cultrix, 1974.

RUSSELL, John B. **Química Geral.** 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.

SANTOS, Widson Luiz P. dos. **Aspectos Sócio-Científicos em Aulas de Química.** Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2002, Tese (Doutorado), Orientador: Prof. Eduardo Fleury Mortimer. Disponível em: <http://www.acervo.paulofreire.org:8080/jspui/handle/7891/2512>. Acesso em: 20 jan. 2020.

SANTOS, Wildson; MÓL, Gerson (cood.). **Química Cidadã: v. 2. 3. ed.** São Paulo: AJS, 2016.

SCALABRIN, Rosemeri. **Transformações na cultura escolar** [recurso eletrônico]: a práxis curricular nas escolas municipais do campo dos pólos Piçarra e Itupiranga do Campus Rural de Marabá/IFAPA. 1 ed. Belém: IFPA, 2020. Disponível em: <https://proppg.ifpa.edu.br/documentos-e-formularios/editora-ifpa/1645-e-book-transformacoes-na-cultura-escolar-a-praxis-curricular-nas-escolas-municipais-do-campo-dos-polos-picarra-e-itupiranga-do-campus-rural-de-maraba-ifpa/file>. Acesso em: 30 jan. 2021.

SCRIVANO, Carla Newton et al.. **Ciência, Transformação e Cotidiano:** ciências da natureza e matemática ensino médio: Educação de Jovens e Adultos. 1. ed. São Paulo: Global, 2013.

SILVA, Gildemarks Costa e. Tecnologia, educação e Tecnocentrismo: as contribuições de Álvaro Vieira Pinto. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos** (online), Brasília, v. 94, n.o 238, p. 839-857, set/dez: 2013.

SILVA, Nayara de Paula Martins. **Ensinar o que? Para quem? Como usei os temas geradores de Paulo Freire para promover a educação ambiental na escola.** 1. Ed. Curitiba: Appris, 2018.

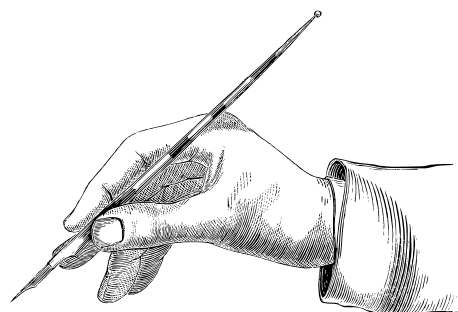
TORRES, carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo A. T.. **Física: Ciência e Tecnologia,** volume 2. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2010.

SILVA JÚNIOR, César; SASSON, SEZAR; CALDINI JÚNIOR; Nelson. **Biologia 3:** genética: evolução: ecologia. 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2010

WARTHA, Edson José; ALÁRIO, Adelaide Faljoni. A Contextualização no Ensino de Química através do Livro Didático. **Química Nova na Escola.** n.o 22, p. 42-47, nov. 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a09.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa:** como ensinar. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

OS AUTORES



**PROFA. ÁUREA SANDRA ARAÚJO
(MESTRANDA)**

Graduada em Química pela Universidade Federal do Amazonas - Licenciatura (1999) e Bacharelado (2002). Professora efetiva da Rede Estadual de Educação (2000). Trabalha com a Educação de Jovens e Adultos desde de 2011.



**PROF. DR. VANDERLEI ANTÔNIO
STEFANUTO (ORIENTADOR)**

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista (UNESP Rio Claro, 1998); Mestre em Recursos Florestais pela Universidade de São Paulo; Doutor em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (2006); e Pós-doutor pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (2010), Atualmente lotado no IFPR - campus Telêmaco Borba.



