



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL



*Astrobiologia, viajando pela Ciências da Natureza:
a importância de conceitos termodinâmicos em
nosso Universo*

Marisa Sayuri Fukuhara Ferreira e Hatsumi Mukai

MARINGÁ - PR
Julho, 2023

APRESENTAÇÃO

O presente texto didático-pedagógico foi desenvolvido como o Produto Educacional (PE) da Dissertação de Mestrado (FERREIRA, 2023) sob orientação da Profa. Dra. Hatsumi Mukai apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, na área de concentração: Física/Astronomia (CAPES) e em específico no MNPEF: Formação de professores de Física em nível de mestrado, na linha de pesquisa: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física. Tem por finalidade trabalhar com o processo ensino-aprendizagem dos conceitos básicos envolvidos nas Leis da Termodinâmica, tendo como motivação o tema Astrobiologia.

Foi desenvolvido [PE] em pleno período de pandemia devido ao SARS-CoV-2 em que o isolamento social era mundial. Os docentes tiveram que se adaptar ministrando aulas de forma remota e síncrona de suas residências, posteriormente o ensino passou para a forma híbrida com distanciamento social, em que partes dos alunos iam a escola e os demais assistiam aulas de forma remota de suas residências, e isso ocorria em forma de rodízio entre os alunos. Com o início da vacinação, ainda era obrigatório o uso de máscaras e álcool em gel, aos poucos as aulas puderam ser totalmente presenciais após a aplicação da segunda dose e a dose de reforço liberada em 2022. Portanto, em sua programação consta que pode ser ministrado de duas formas, tanto a remota quanto a presencial. Ressaltando que a implementação ocorreu de forma presencial, a primeira em final de 2021 com distanciamento social e sem troca de materiais e contato entre os alunos. E a segunda um ano após, em novembro de 2022 com todos os participantes vacinados.

Essa proposta surgiu na busca de um tema que fornecesse uma forma diferente de contextualização desses conceitos considerando: a formação da mestranda que é em Ciências e sua busca em um assunto de Física que gostaria de compreender melhor, o público alvo são os alunos do Ensino Fundamental e o componente curricular de Ciências. Além disso, um assunto que permitisse a mestranda usar os conhecimentos que já possui com os novos, adquiridos no componente curricular de Termodinâmica e Mecânica Estatística cursada no MNPEF/UEM. Assim, a escolha do tema além de ser algo recente e multidisciplinar, é a de propor aos alunos o esclarecimento sobre os conceitos básicos envolvidos nas leis da termodinâmica importantes na origem do Universo baseado na Teoria do *Big Bang*, e na consideração de um exoplaneta habitável baseada nos conhecimentos de vida no Planeta Terra.

Utilizou-se como alicerce cognitivo para o processo ensino-aprendizagem a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, considerando os subsunçores, organizadores prévios, e novos os conhecimentos adquiridos, estruturada metodologicamente em uma Sequência Didática (SD) segundo Antoni Zabala. Os recursos didáticos envolvem: análise de textos e de vídeos, o uso de simuladores gratuitos disponíveis na *internet*, principalmente de duas fontes: PhET-*Physics Education Technology* (Universidade de Colorado - https://phet.colorado.edu/pt_BR/) e *Física na Escola – Physics at School* - disponibilizado por Vladimir Vascak (<https://www.vascak.cz/>) e, três experimentos utilizando o procedimento científico relacionados a relação vida, água, calor, temperatura e energia, - sendo esses a construção de um terrário, dessalinizador e carrinho elétrico “movido” a energia solar.

A forma de avaliação proposta envolve a parte observacional baseada na participação dos alunos nas aulas e a quantitativa baseada em questionários aplicados no início, durante a aplicação e no final. Para acompanhar o processo aprendizagem, além da participação dos alunos nos recursos didáticos, sugere-se para avaliação a forma padrão impressa se presencial ou o *google form*[®] se aplicado de forma remota, e o *Kahoot*[®] em forma de *quiz*.

Ressalta-se que o público alvo não é restrito ao ensino fundamental, podendo ser utilizado para aulas do ensino médio e nível universitário, realizando as devidas adaptações nos questionários, textos e experimentos conforme o nível a ser utilizado.

O texto aqui apresentado é em sua grande parte o mesmo do apresentado na referência (FERREIRA, 2023), pois foi elaborado para aplicação e desenvolvimento da dissertação de mestrado, como citado no início desta apresentação. Este PE está disponibilizado no site: http://www.dfi.uem.br/prodeducacionais/mnpef/uem_prod.php para *download*. para uso livre desde que a fonte seja devidamente citada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

As autoras.

SUMÁRIO

Introdução	5
1 Aspectos Metodológicos	8
1.1 Sequência Didática (SD).....	9
2 Planos e Desenvolvimento das Aulas	17
2.1 Aula 01 – Aplicação do Questionário Diagnóstico.....	17
2.2 Aulas 02 e 03 – Montagem de Experimentos: terrário e dessalinizador.....	20
2.3 Aula 04 – Vida na Terra e Astrobiologia.....	28
2.4 Aula 05 – Cosmologia: origem do Universo e o Sistema Solar.....	35
2.5 Aula 06 – Termodinâmica;/Termologia.....	44
2.6 Aula 07 – Energia e suas Formas.....	56
2.7 Aula 08 – Formas de Propagação de Calor.....	60
2.8 Aula 09 – Energia Solar e a Vida no Planeta Terra.....	70
2.9 Aula 10 – Experimento 3 – Carrinho “movido” a energia solar.....	74
2.10 Aula 11 – Exoplanetas e o Futuro do Planeta Terra.....	80
2.11 Aula 12 – Verificação do Aprendizado.....	92
2.12 Aula 13 – <i>Feedback</i>	93
Considerações Finais	95
Referências Bibliográficas	96

INTRODUÇÃO

O presente Produto Educacional (PE) é um texto didático complementar ao conteúdo exposto em livros textos de Ciências, mais especificamente para o 9º ano do ensino fundamental, complementadas por abordar a duas primeiras leis da termodinâmica para que os alunos saibam que por trás dos conceitos básicos há uma lei física associada. Além disso, mostrar que esses conceitos são importantes em outras áreas como na Astrobiologia. Nesse texto a proposta é o uso de recursos da mídia eletrônica, como os simuladores, para auxiliar no processo ensino-aprendizagem, além do uso do método científico de experimentos relacionados ao cotidiano dos alunos.

Conforme foi escrito na apresentação deste trabalho, devido à pandemia do vírus¹ SARS-CoV-2 (que causa a doença coronavírus 2019 - Covid-19), e o isolamento social durante o ano de 2020 e “parte”² do ano de 2021, a sua implementação foi aplicada, em formato de oficina pedagógica, primeiramente em uma escola particular no final do ano de 2021, e uma segunda aplicação ocorreu um ano após, em 2022, em um colégio estadual do NRE, ambas de forma presencial. E, como a proposta foi elaborada nos anos de 2020 e 2021, está aqui apresentada para o uso de forma remota e presencial, além disso pode ser aplicada de forma híbrida caso tenham os recursos de transmissão disponíveis.

Como um ano atípico, em 2020, novas formas de trabalhar o processo ensino-aprendizagem foram necessárias, como o uso do *google meet*, o *google sala de aula*, o formulário *google*, além do procedimento para ministrar aulas utilizando tais meios de comunicação. O trabalho *home office*, foi um aprendizado e tanto, pois conciliar as atividades de docência com os particulares, foi uma adaptação que exigiu de todos.

Para maiores detalhes de como foi a implementação e validação do presente produto educacional informamos que ela está apresentada na dissertação de mestrado da referência Ferreira (2023), disponível na *internet* no link: <http://www.dfi.uem.br/dissertacao/mnpef/uem.php>.

¹ *Severe Acute Respiratory Syndrome coronavirus 2* ou Síndrome Respiratória Aguda Grave Coronavirus 2.

² No momento da elaboração deste PE, as instituições de ensino ainda se encontravam em isolamento social, aguardando a vacina e a forma que o MEC iria orientar os procedimentos a serem adotados.

Como agente motivacional por experiência docente, a proposta é trabalhar com os conceitos fundamentais das Leis da Termodinâmica que também estão contidos na Astrobiologia. O interessante do estudo da Astrobiologia, além de ser multidisciplinar, é a sua vasta abrangência de temas que despertam a curiosidade natural do ser humano, pois se discute, por exemplo, desde a origem do Universo (teoria do *Big Bang*), a questão da habitabilidade em um planeta, seja a do sistema solar, ou fora dele (exoplanetas), saindo do que contém nos livros didáticos. Proporcionando assim, uma justificativa daquele estudo (aplicação dos conceitos físicos) de forma atrativa em assuntos atuais, com o que ele já conhece, predispondo o aluno a compreensão daquele tema.

Conforme citado por Moreira (p.8, 2011) as condições para a aprendizagem significativa:

- 1) *O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo;*
- 2) *O aprendiz deve apresentar uma predisposição a aprender.*

Ele ainda ressalta que o significado é atribuído pelas pessoas, logo deve estar nelas e não no material. O material somente vai ser significativo se o aluno por meio dele conseguir compreender o seu conteúdo, o que pode não estar no livro texto adotado. E, que esse aprendizado somente vai ocorrer se o aluno conectar o que já sabe com o novo:

“..o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significado a esses conhecimentos. Pode ser simplesmente porque ela ou ele sabe que sem compreensão não terá bons resultados nas avaliações.”
(MOREIRA, 2011, p.8)

Moreira (2021) ainda enfatiza que, quando o aluno não possuir subsunções adequados pode-se fazer uso dos chamados organizadores prévios (O. P.), sendo esses “um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem” (MOREIRA, 2011, p.11). Ele sugere alguns exemplos de O. P.: vídeo, uma leitura introdutória, simulação, uma situação problema, uma demonstração, entre outras. E, ele ainda alerta que nem sempre os O. P. funcionam e nesse caso o melhor é facilitar, promover, a construção desses conhecimentos prévios antes de prosseguir.

Desse ponto de vista a Astrobiologia pode ser colocado não somente como um agente motivacional, e também como um organizador prévio tanto para o docente caso tenha formação em Ciências, como é o caso de uma das autoras deste PE, como para os alunos, sendo que para esses, aplica-se conjuntamente a construção dos conhecimentos prévios.

Este texto está assim organizado: inicialmente apresenta-se os aspectos metodológicos, basicamente a proposta de sequência didática seguindo a seleção de conteúdos segundo Antoni Zabala (ZABALA, 1998). No segundo capítulo estão descritos o plano de aula e seu desenvolvimento de forma individual, em um total de 13 aulas, informando todos os recursos utilizados que podem ser considerados tanto como O.P. ou aplicados para a construção dos conhecimentos prévios, de acordo com o público, objetivando o aprendizado dos principais conceitos das Leis da Termodinâmica, bem como as leis em si. Também possui sugestões de como trabalhar alguns problemas vistos no ensino fundamental que envolvam o conteúdo com a parte algébrica. Os textos utilizados estão apresentados na descrição do desenvolvimento de cada aula e para finalizar, apresenta-se as considerações finais e referências.

1 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este material Didático-Pedagógico foi elaborado para ser utilizado como uma forma alternativa às aulas ministradas da forma tradicional em que o foco é o docente, sendo os alunos observadores, caso em que a metodologia de aprendizagem é exclusiva do aluno. A sua forma estrutural é a apresentada na Figura 1.1 em que o docente tem o papel de mediador e o foco está no aluno.

Figura 1.1 – Ilustração da forma estrutural do PE em que o foco é o discente/aprendiz/aluno(a) e o mediador é o(a) Docente/Professor(a).



Fonte: H. Mukai.

Na sua elaboração, levou-se em consideração a realidade do aluno e o desenvolvimento de um tema que englobe um conteúdo capaz de despertar, tanto a sua curiosidade quanto a sua motivação em entender o assunto.

Assim, selecionou-se os conceitos fundamentais presentes nas Leis da Termodinâmica, mais precisamente a lei Zero e a Primeira Lei, e também na Astrobiologia. Esses conceitos fundamentais são: temperatura; calor, o que leva ao conceito de trabalho e energia interna; e equilíbrio térmico. No caso do 9º ano do ensino fundamental as Leis da Termodinâmica não são abordadas, e considerou-se importante introduzir para que os alunos saibam que por trás dos conceitos básicos há uma lei física associada. Além disso, que esses conceitos são importantes em outras áreas do conhecimento como na Astrobiologia.

Este capítulo apresenta orientações para a realização da prática pedagógica, baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por David Ausubel na década de 60. Essa teoria considera o conhecimento prévio do estudante, que denominou de subsunçores para o futuro aprendizado. Leva-se em consideração o uso dos organizadores prévios, e sempre que necessário, eles serão utilizados conectados com o que o aluno tem conhecimento do cotidiano. Por exemplo, ao se trabalhar calor como energia térmica transitando de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura, explora-se a fonte de energia, o Sol; no caso da habitabilidade no planeta Terra, a sua importância; bem como um experimento envolvendo essa energia (energia solar) sendo transformada em energia elétrica, e posteriormente em energia cinética (mecânica).

Os conteúdos selecionados e a metodologia adotada ajudarão o discente a compreender o assunto, levando assim a uma construção do conhecimento. A TAS embora proposta na década de 60 é ainda uma teoria de aprendizagem atual devido a sua abordagem, e concorda com os dizeres de Paulo Freire, que devemos aprender a aprender, aprender a viver e aprender a conviver.

A seguir, segue a sequência didática.

1.1- SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

Uma sequência didática (SD), é formada por várias atividades interligadas, organizadas para ensinar um conteúdo de forma sequencial. As atividades que fazem parte da sequência didática são ordenadas e articuladas de forma a aprofundar o

objeto de estudo e são diversificadas em relação a estratégias: aula dialogada, simulações computacionais, leitura compartilhada, experimentos, etc. Assim o tema será exposto no decorrer de um conjunto de aulas, consolidando a aquisição de novos conhecimentos.

Uma das maiores referências no assunto, o filósofo Antoni Zabala, é formado em Filosofia e Ciências da Educação pela Universidade de Barcelona, sendo considerado um especialista em pedagogia e educação e um dos maiores pesquisadores dos fundamentos do construtivismo escolar. Para Zabala (1998, p. 18), “uma sequência didática é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor”.

Nessa perspectiva, a SD apresentada neste trabalho, teve a participação dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio, e contou com a realização de atividades diversificadas, objetivando abordar conceitos fundamentais da Termodinâmica, tendo como motivação a Astrobiologia. Como descreve Brasil (2012), as sequências são instrumentos muito importantes para a construção do conhecimento:

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 2012, p. 21)

Em suma, cabe ao professor o papel de transmissor e mediador das atividades propostas na SD, visando uma aprendizagem contextualizada e significativa, levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos, bem como a aquisição e construção de novas concepções relacionadas a temática desenvolvida.

Zabala (1998) propõem que se considere quatro conteúdos de aprendizagem: factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais, de forma a responder as seguintes questões: “o que se deve saber?”, “o que se deve fazer?” e “como se deve ser?”:

- **Factuais:** utilizar fatos do cotidiano, bem como o tema Astrobiologia para despertar nos alunos o interesse pela Física, mais precisamente pela Termodinâmica.

- **Conceituais:** compreender os conceitos e leis envolvidos na Termodinâmica como: Temperatura, Calor, Equilíbrio Térmico, a Lei Zero e Primeira Lei, por meio do Tema Astrobiologia.
- **Procedimentais:** utilizar simuladores de uso livre disponíveis na *internet*, três experimentos relacionados ao tema, e um jogo lúdico por meio de um *quiz*, para relacionar o conteúdo teórico com a experimentação (por simuladores e *in loco*, neste caso trabalhar os dados experimentais em um deles)
- **Atitudinais:** possibilitar uma reflexão sobre a importância da termodinâmica no cotidiano e em temas científicos e do papel da experimentação na aprendizagem de Física.

Dentro dessa estrutura, neste trabalho foi proposto uma sequência didática conforme descrito no Quadro 1.1. Considerou-se um total de 13 aulas, sendo necessário aproximadamente 4 semanas para os locais com 3 aulas semanais de 50 minutos cada, e caso seja muito tempo, sugere-se aplicar parte do conteúdo em contraturno por meio de aulas síncronas via *google meet* (foi o sistema disponibilizado pelo governo durante a pandemia do SARSCoV 2, ficando livre o uso de qualquer outro sistema similar) ou até presencial.

Em relação ao conteúdo, embora tenha sido elaborado em uma forma sequencial para sua assimilação de forma aditiva, há a possibilidade de ministrar a parte que seja adequada a qualquer momento, e se necessário, introduzir o que os alunos desconhecem como organizadores prévios.

São sugeridos textos auxiliares no decorrer das aulas como organizadores prévios ou reforço ao assunto tratado no momento.

Quadro 1.1 – Proposta da Sequência Didática para a aplicação do PE para explorar os conceitos da Termodinâmica. O sistema para aulas síncronas de forma remota fica a critério do leitor.

Dados de identificação da Instituição Concedente	
Nome da escola: _____	
Docente responsável: _____	
Série _____	
Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos). Período: _____	
Nº da aula – 01	
Conteúdo – Termodinâmica e Astrobiologia	
Objetivos	Verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Astrobiologia e Termodinâmica

Continua.....

Recursos	- Se presencial - Folhas impressas com um questionário diagnóstico sobre Astrobiologia e Termodinâmica. - Via acesso remoto - Questionário diagnóstico via <i>google form</i> (formulário <i>google</i> ou outro similar) sobre Astrobiologia e Termodinâmica
Metodologia	1º momento - Explicar o questionário que será entregue. 2º momento - Entregar/Enviar para cada aluno um questionário diagnóstico sobre Astrobiologia e Termodinâmica.
Avaliação	Análise do questionário e também por meio de observação do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 02 e 03	
Conteúdo – Termodinâmica	
Objetivos	Promover a interação dos estudantes em atividades práticas de maneira individual e coletiva, por meio da construção de terrários e dessalinizadores, para que possam observar e compreender a importância da energia solar para a manutenção da vida na Terra.
Recursos	- Se presencial - Folhas impressas com instruções para a montagem dos experimentos e um de coleta de dados. - Via acesso remoto - Arquivo disponibilizado pelo <i>Google</i> sala de aula.
Metodologia	1º momento - Explicar sobre o “método” científico para cada experimento. 3º momento - Leitura das instruções para a montagem dos experimentos. 3º momento - Explicar sobre a entrega da conclusão do experimento por escrito seguindo os passos do “método” científico para a elaboração do relatório.
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 04	
Conteúdo – Astrobiologia	
Objetivos	Apresentar a Astrobiologia como uma disciplina promotora da prática multidisciplinar.
Recursos	- Se presencial - Apresentação em slides via <i>datashow</i> ou TV multimídia. - Via acesso remoto, e um computador - Apresentação <i>slides por meio do google</i> sala de aula. - Acesso à <i>internet</i> . O material ficará disponibilizado para <i>download</i> no <i>google</i> sala de aula
Metodologia	1º momento - Apresentar os textos sobre Astrobiologia (Textos 1 e 2). 2º momento - Leitura e discussão dos textos.
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 05	
Conteúdo – Astrobiologia - Cosmologia: Origem do Universo	
Objetivos	Compreender a teoria <i>Big Bang</i> para origem do Universo. Conhecer os planetas do Sistema Solar
Recursos	- Se presencial ou Via acesso remoto: computador, - <i>Datashow</i> ou TV multimídia e os vídeos: - <i>O Universo - Além do Big Bang–History Channel</i> e <i>Viajando pelo Sistema Solar</i> . - Acesso à <i>internet</i> . - Simuladores computacionais apresentados por meio do <i>datashow</i> ou TV multimídia ou <i>google</i> sala de aula, ou ainda o uso de <i>smartphones</i> .
Metodologia	1º momento - Visualização dos 10 primeiros minutos do vídeo: O Universo – além do Big Bang – <i>History channel</i> – disponível em: < https://gloria.tv/post/k3z3UJZ8CiRX12WALNZFQ9MkD > (dublado em português). Tempo total do vídeo: 1h30min51s.

Continua...

	<p>2º momento - Visualização do vídeo – Viajando pelo Sistema solar – disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zLFvrurSef8> em português -Tempo total do vídeo: 14min45s.</p> <p>3º momento - Discussão sobre os vídeos.</p> <p>4º momento - Atividade com o uso de simulador <i>Física na Escola</i> https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt</p> <p>Como os vídeos podem ficar indisponíveis apresentam-se três textos auxiliares referentes aos assuntos dos vídeos.</p>
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 06	
Conteúdo – Termodinâmica/Termologia	
Objetivos	<p>Conceituar temperatura (Lei zero da Termodinâmica), calor, equilíbrio térmico.</p> <p>Compreender as mudanças de estado físico da água.</p> <p>Relacionar tais conceitos com a habitabilidade em um planeta.</p>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Se presencial: quadro de giz e livro didático - Via acesso remoto: editor de texto e livro didático. - Acesso à <i>internet</i>. - Computador e <i>smartphones</i> para os simuladores.
Metodologia	<p>1º momento - Leitura do texto sobre calor, temperatura e as mudanças de estado físico da água presentes no livro didático: CARNEVALLE, M. R. Araribá mais Ciências: 9º ano - 1.ed. - São Paulo: Moderna, 2018. – Os conteúdos também foram elaborados e estão apresentados na descrição do desenvolvimento da aula.</p> <p>2º momento - Explanar sobre os conteúdos: a Lei zero da Termodinâmica e Escalas termométricas.</p> <p>3º momento - Atividades com o uso de simuladores: “escala de temperatura” <i>Física na Escola</i> https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt e “formas de energia e transformações-introdução” e “estados da matéria – mudança de fase” do PhET (Universidade de Colorado - https://phet.colorado.edu/pt_BR/)</p>
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 07	
Conteúdo – Termodinâmica	
Objetivos	Compreender os principais aspectos sobre o conceito de Energia no âmbito da Termodinâmica, sabendo relacionar com a Primeira lei da Termodinâmica.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Se presencial: Folhas impressas com textos sobre energia e suas formas. - Via acesso remoto: Arquivo disponibilizado pelo <i>Google</i> sala de aula. Simuladores computacionais via <i>datashow</i> ou TV multimídia ou <i>Google</i> sala de aula.
Metodologia	<p>1º momento - Leitura do Texto 3 - Energia e suas formas</p> <p>2º momento - planar o conceito de trabalho e energia, presentes na Primeira Lei da Termodinâmica e sua associação com o Princípio da conservação de energia.</p> <p>3º momento - Atividade com o uso de simulador “formas de energia e transformações - sistemas” PhET (Universidade de Colorado - https://phet.colorado.edu/pt_BR/).</p>
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Nº da aula – 08	
Conteúdo – Termodinâmica	
Objetivos	Diferenciar as formas de propagação de calor.
Recursos	- Se presencial - Folhas impressas com o Texto 4 sobre as formas de propagação de calor. - Via acesso remoto - Arquivo disponibilizado pelo <i>Google</i> sala de aula. Simuladores computacionais via <i>datashow</i> ou TV multimídia ou <i>Google</i> sala de aula.
Metodologia	1º momento - Leitura do Texto 4 - Formas de propagação de calor. 2º momento - Atividade com o uso do aplicativo Kahoot® (https://kahoot.com/); 3º momento - Atividades com o uso de simuladores: “Transferência e energia por condução”; “Transferência de energia por convecção” e “Transferência de Energia por radiação” do <i>Física na Escola</i> < https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt >.
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 09	
Conteúdo – Termodinâmica	
Objetivos	Compreender a produção e emissão de energia solar e a sua importância para a conservação da vida na Terra.
Recursos	- Se presencial - Folhas impressas com o Texto 5 sobre produção e emissão de energia solar. - Via acesso remoto: computador, arquivo disponibilizado pelo <i>Google</i> sala de aula por meio do <i>datashow</i> , ou TV multimídia.
Metodologia	1º momento - Leitura do Texto 5. 2º momento - Discussão sobre os conteúdos apresentados.
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes nas atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 10	
Conteúdo – Termodinâmica	
Objetivos	Promover a interação dos estudantes em atividades práticas de maneira coletiva, por meio da construção de carrinho movido a energia solar, para que possam observar e compreender a importância da energia solar para a manutenção da vida na Terra.
Recursos	- Se presencial - Folhas impressas com instruções para a montagem do experimento - Via acesso remoto - Arquivo disponibilizado pelo <i>Google</i> sala de aula ou outro sistema semelhante.
Metodologia	1º momento - Montagem do carrinho movido a energia solar pelo professor. 2º momento - Apresentação do funcionamento do experimento. 3º momento - Conclusão do experimento por escrito seguindo os passos do “método científico”.
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 11	
Conteúdo – Exoplanetas e o Futuro do Planeta Terra	
Objetivos	Discutir a existências de exoplanetas e o futuro do planeta Terra.
Recursos	- Se presencial ou Via acesso remoto: Computador, <i>Datashow</i> ou TV multimídia ou um computador e sistema de transmissão, e vídeos: 7 Previsões para o Futuro da Terra nos Próximos 200 Anos e Detectando Exoplanetas.

Continua...

Metodologia	1º momento - Visualização do vídeo: 7 Previsões para o Futuro da Terra nos Próximos 200 Anos, por Stephen Hawking https://www.youtube.com/watch?v=qdbYn_9L9A8 Tempo total: 11min58s. 2º momento – Visualização do vídeo: Detectando Exoplanetas. https://www.youtube.com/watch?v=upKY2QqxPLI Tempo total: 9min35s. 3º momento - Discussão sobre os vídeos. Caso seja necessário são apresentados na parte da descrição das aulas, textos auxiliares sobre os assuntos dos vídeos.
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 12	
Conteúdo – Termodinâmica e Astrobiologia	
Objetivos	Verificar o aprendizado dos conteúdos trabalhados
Recursos	- Se presencial - Folhas impressas com um questionário avaliativo sobre Astrobiologia e Termodinâmica. - Via acesso remoto - Questionário avaliativo por meio do formulário <i>google</i> sobre Astrobiologia e Termodinâmica
Metodologia	1º momento - Recolher os relatórios dos experimentos. 2º momento - Escrever um texto sobre os conteúdos trabalhados durante a aulas. 3º momento – Reaplicação do Questionário.
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Nº da aula – 13	
Conteúdo – <i>Feedback</i> aos/dos alunos.	
Objetivos	Receber um retorno(<i>feedback</i>) dos alunos sobre o PE aplicado e também dar um retorno a eles.
Recursos	- Se presencial - Folhas sulfites para que os alunos escrevam sobre o PE aplicado, pontos positivos e negativos. Apresentação em <i>slides</i> por meio de <i>datashow</i> . - <i>Computador</i> . - Via acesso remoto - retorno por meio do formulário <i>google</i> . Apresentação <i>slides</i> por meio do <i>google sala de aula</i> . O material ficará disponibilizado para <i>download</i> no <i>google sala de aula</i> .
Metodologia	1º momento - Receber um retorno dos alunos sobre o PE. 2º momento – Dar um retorno aos alunos da evolução dos mesmos, em relação a comparação dos questionários diagnóstico e avaliativo, e também por meio de observações do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.
Avaliação	Participação e envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021

A presente proposta, em relação a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), apresenta como base as seguintes habilidades:

EM13CNT101 - Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

EM13CNT102 - Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.

EM13CNT103 - Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.

(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.

(EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.

(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

(EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(BRASIL, 2018, p.541 e 543).

Lembrando que, a BNCC é um documento que define os direitos de aprendizagem de todos os alunos do Brasil, como regula o Plano Nacional de Educação (PNE). Isso significa que todos os estudantes, independente da sua região, devem aprender as mesmas competências e habilidades ao longo das etapas da Educação Básica. De acordo com a BNCC:

Competência é definida como mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas cognitivas e socioeconômicas), atitudes e valores, para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2018, p. 8).

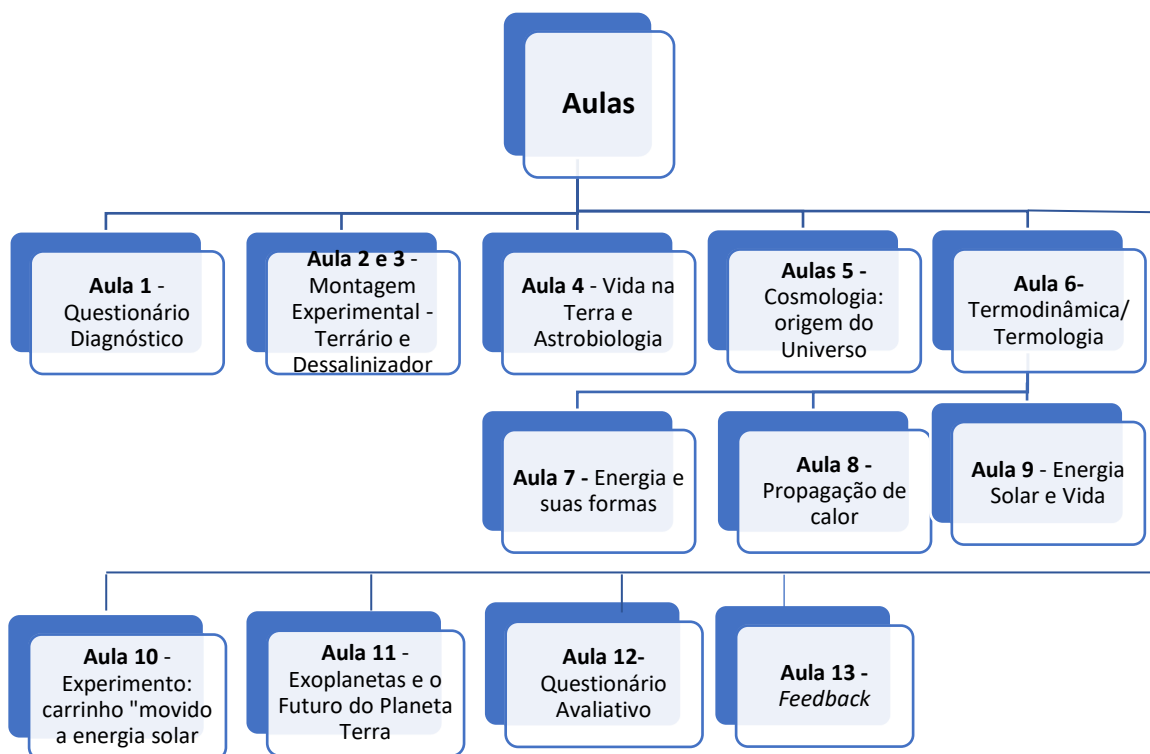
Sendo parâmetro nacional para a elaboração de currículos em escolas municipais, estaduais ou particulares, espera-se que a BNCC ajude a unificar as políticas educacionais e seja indicadora da qualidade de ensino no país.

Ainda na BNCC, o componente curricular de Ciências apresenta três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo. No presente PE, a unidade temática apresentada com maior ênfase será Matéria e Energia, que contempla o estudo de conceitos termodinâmicos e sua importância no papel do equilíbrio termodinâmico para a existência e manutenção da vida na Terra, e contempla de forma indireta as outras duas temáticas.

2 - PLANOS E DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

Neste capítulo estão apresentadas cada aula e o conteúdo a ser trabalhado de forma detalhada. A sua estrutura é a apresentada na Figura 2.1.

Figura 2.1 – Organograma da estrutura do conteúdo a ser abordado em cada aula da aplicação do PE.



Fonte: elaborado pelas autoras, 2021.

2.1 Aula 01 - Aplicação do Questionário Diagnóstico

No Quadro 2.1 está apresentado o Plano de Aula da Aula 01.

Quadro 2.1 – Descrição do plano de aula da Aula 01.

Dados de identificação da Instituição Concedente	
Nome da escola	_____
Série	_____
Duração: 1 hora/aula (50 minutos).	Período: _____
Conteúdo - Astrobiologia e Termodinâmica	

Objetivos - Verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Astrobiologia e Termodinâmica.

Local - sala de aula

Organização dos estudantes – individual – carteiras alinhadas.

Recursos - Folhas impressas com um questionário diagnóstico sobre Astrobiologia e Termodinâmica.

Metodologia:

1º momento - Explicar o questionário que será entregue.

2º momento - Entregar para cada aluno um questionário investigativo sobre Astrobiologia e Termodinâmica.

Avaliação - A avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 01

Aplicar o questionário diagnóstico, o modelo está descrito no Quadro 2.2, a fim de avaliar os conteúdos prévios (subsunçores) que os alunos possuem sobre os temas: Termodinâmica e Astrobiologia. Para isso, leia com eles as instruções, e de que este questionário será utilizado para detectar os conhecimentos prévios e o resultado será utilizado nas futuras aulas.

As respostas corretas são as destacadas em cor azul.

Quadro 2.2 – Modelo do questionário diagnóstico com a finalidade de avaliar os conteúdos prévios sobre Termodinâmica e Astrobiologia.

Questionário Diagnóstico	
Nome completo	_____
Idade	_____
Série	_____
INSTRUÇÕES – Questionário Diagnóstico	
Esta atividade será utilizada para fazer um levantamento do conhecimento prévio de cada um; Leia com atenção o enunciado e escolha somente uma	
1) A Astrobiologia estuda a origem, evolução e futuro da vida no Universo. a) sim. b) não. c) não sei.	

Continua.....

02) Atualmente a teoria do *Big Bang* é a mais aceita pela comunidade científica para explicar a origem do Universo.

- a) **sim.**
- b) não.
- c) não sei.

3) Exoplanetas são planetas que se encontram dentro do Sistema Solar.

- a) sim.
- b) **não.**
- c) não sei.

Comentário: ao contrário o termo “exo” significa externo a algo.

4) O Sol é a fonte primária de energia responsável por gerar luz e calor necessários para a manutenção da vida na Terra.

- a) **sim.**
- b) não.
- c) não sei.

5) A energia solar é um dos fatores que permitem que a água esteja em um estado líquido aqui na Terra, o que é vital para o nosso planeta.

- a) **sim.**
- b) não.
- c) não sei.

6) Quando a água passa do estado líquido para o estado gasoso suas moléculas ficam mais agitadas, aumentando a desordem das partículas.

- a) **sim.**
- b) não.
- c) não sei.

7) Calor é definido como uma forma de energia em trânsito. Esta energia em trânsito tem um sentido único: é sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

- a) **sim.**
- b) não.
- c) não sei.

8) A energia produzida pelo Sol (calor) é transmitida para a Terra por meio de um processo chamado condução.

- a) sim.
- b) **não.**
- c) não sei.

Comentário: o processo é chamado de radiação.

9) A energia proveniente do Sol pode ser convertida em outros tipos de energia como a energia elétrica por meio de placas fotovoltaicas.

- a) **sim.**
- b) não.
- c) não sei.

10) A energia que chega à Terra vinda do Sol pode assumir diferentes formas durante esse fluxo, e ela nunca é criada ou destruída, apenas transformada. A sua quantidade total permanece constante.

- a) sim.
- b) **não.**
- c) não sei.

Comentário: a quantidade total de energia que é transformada não provém somente do Sol, mas envolve outras fontes cósmicas. (Roque, A., Aula 22 - USP: <http://sisne.org/Disciplinas/Grad/Fisica2FisMed/aula22.pdf>).

Continua...

11) Um objeto A, à temperatura de 200°C e um objeto B, à temperatura de 20°C são postos em contato, com o passar do tempo, a temperatura do objeto A diminui enquanto que a temperatura do objeto B aumenta, até que ambos atinjam a mesma temperatura.

a) sim.

b) não.

c) não sei.

12) Um copo de água gelada e um copo de água quente colocados sobre a bancada da cozinha por algumas horas, atingirão o equilíbrio térmico com o ambiente, quando todos os 3 atingirem a mesma temperatura. E, esse conceito (Eq. Térmico) está relacionado a Lei Zero da Termodinâmica.

a) sim.

b) não.

c) não sei.

13) A primeira lei da Termodinâmica é uma espécie de Lei de conservação de Energia, esta relaciona o trabalho, calor e energia interna em um sistema termodinâmico.

a) sim.

b) não.

c) não sei.

Fonte: elaborado pelas autoras, 2021.

O(A) docente após sua correção, poderá diagnosticar quais são os subsunçores que os alunos possuem ligados ao tema, para direcionar as próximas aulas. Esse processo é importante, pois mesmo com os planos de aula prontos, dependendo do resultado o professor pode auxiliar os alunos com o uso de organizadores prévio, citado na introdução, conforme previsto na Teoria de Aprendizagem de Ausubel (MOREIRA, 2011).

2.2 - Aulas 02 e 03 - Montagem Experimental: terrário e dessalinizador

No Quadro 2.3 estão apresentadas o Plano de Aula das aulas 02 e 03.

Quadro 2.3 – Descrição do Plano de Aula das aulas 02 e 03.

Dados de identificação da Instituição Concedente

Nome da escola: _____

Série _____

Tempo da aula: 2 horas/aula (50 minutos cada aula).

Período:

Conteúdo: Termodinâmica

Objetivos: Promover a interação dos estudantes em atividades práticas de maneira individual e coletiva, por meio da construção de terrários e dessalinizadores, para que possam observar e compreender a importância da energia solar para a manutenção da vida na Terra.

Local: sala de aula ou laboratório se houver na escola.

Organização dos alunos: esta atividade pode ser individual ou em duplas. No caso de ser em dupla, dividir o tempo em que os experimentos ficarão sobre sua responsabilidade.

Recursos: Folhas impressas com instruções para a montagem dos experimentos e materiais para cada montagem.

Metodologia:

1º momento - Explicar o método científico para cada experimento.

3º momento - Leitura das instruções para a montagem dos experimentos.

3º momento - Explicar sobre a entrega da conclusão do experimento por escrito seguindo os passos do “método” científico.

Avaliação: a avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento das Aulas 2 e 3

Iniciar a aula explicando que o método científico conforme citado por muitos autores, entre eles Gil (2008) e principalmente na *internet* como Lima [s.d.] e Cerizze (2021), não é uma receita, ela traz etapas que o pesquisador pode considerar ao realizar uma pesquisa, e não é fechada, conforme discutido por Moreira e Ostermann (1993):

[...] o método científico não é uma receita, uma seqüência linear de passos que necessariamente conduz a uma descoberta ou, pelo menos, a uma conclusão ou a um resultado. Na prática, muitas vezes, o cientista procede por tentativas, vai numa direção, volta, mede novamente, abandona certas hipóteses porque não tem equipamento adequado, faz uso da intuição, dá chutes, se deprime, se entusiasma, se apegando a uma teoria. Enfim, fazer ciência é uma atividade humana, com todos os defeitos e virtudes que o ser humano tem, e com muita teoria que ele tem na cabeça. Conceber o método científico como uma seqüência rigorosa de passos que o cientista segue disciplinadamente é conceber de maneira errônea a atividade científica. (MOREIRA e OSTERMANN,1993, p.114).

No sentido de que os alunos tenham uma orientação sobre esse procedimento que é muito adotado nas escolas e disponíveis na *internet* intitulado como “etapas do método científico”, colocaremos a seqüência de itens, Quadro 2.4 – Texto 1, e orientando como um direcionamento para a confecção do relatório e não como um método fechado.

Quadro 2.4 – Etapas a serem seguidas para elaboração do relatório.

Texto 1 – Etapas para auxiliar na elaboração do relatório.

Para a elaboração do relatório sugere-se que os alunos sigam as seguintes etapas durante o período de execução experimental, e que não fiquem engessados a esses itens.

1º - Observação (do método)

Envolve a coleta de informações qualitativas ou quantitativas sobre o fenômeno. O pesquisador deve olhar para o que precisa ser respondido e buscar mais informações sobre a situação fazendo uma pesquisa bibliográfica.

2º - Elaboração do problema (fase do questionamento)

Nesta etapa, o pesquisador elabora perguntas do objeto (fenômeno, material) de pesquisa, tais como: *Por que e como esse fenômeno ocorre? Quais são os fatores influenciaram? Como é possível descrevê-lo?*

3º - Hipóteses

É a etapa em que o pesquisador responde às perguntas do item anterior. Ao fazer o levantamento das hipóteses baseados em seus subsunçores, ou em pesquisas bibliográficas, o levará ao primeiro passo do próximo item.

4º - Experimentação

Nesta etapa, realiza-se os experimentos e desenvolvimento do trabalho de pesquisa considerando as hipóteses, em busca das respostas.

5º - Análise dos resultados

Após obter os resultados nesta etapa realiza-se a análise de cada resultado se são coerentes com o que já se conhece, ou com as hipóteses levantadas no passo 3. Caso não sejam satisfatórios, faz-se o levantamento de novas hipóteses realizando nova coleta de dados ou informações. Se forem satisfatórios segue-se para a conclusão.

6º - Conclusão(ões)

A(s) conclusão(ões) é a etapa em que o pesquisador verifica se os experimentos e pesquisas respondem às hipóteses de forma que seja possível afirmar algo. Essas afirmações denominam-se de teoria, se o resultado de um experimento for reprodutível pode conduzir a uma lei. Isso quando for algo inédito, caso contrário a conclusão deve ser escrito comparando com o que já existe.

Exemplos de Fontes que citam como “etapas do método científico” – MENEZES, [s. d.] <<https://www.todamateria.com.br/metodo-cientifico/>>; LIMA, [s.d.] <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/metodo-cientifico.htm>>; CERIZZE, 2020 <<https://blog.enem.com.br/entenda-como-funciona-o-metodo-cientifico/>>.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021

Como os experimentos do Terrário e Dessalinizador os alunos levam um tempo a mais para observar o processo ocorrido, sugere-se entregar o material e os roteiros nessa aula. Portanto, para que os alunos possam executar o experimento e elaborar o relatório por meio de uma orientação inicial do que fazer, foi utilizado o texto e etapas do Quadro 2.4, e entregar aos alunos o roteiro apresentado no Quadro 2.5 para a execução do experimento do Terrário.

Quadro 2.5 – Roteiro do experimento 01 – TERRÁRIO.

<p style="text-align: center;">Experimento 01 – Terrário Baseado em Magalhães (2016).</p> <p>Materiais Utilizados: Muda de planta (suculentas) e sementes (alpiste, feijão). Terra vegetal, areia, cascalho, carvão vegetal triturado (evita odor e que as raízes deterioreem). Água. Termômetro (para medir a temperatura). 1 pote de vidro ou garrafa PET de 2 litros (recipiente para o terrário).</p> <p>Objetivos - Construir um terrário para simular uma mini biosfera, possibilitando a observação e a análise dos fatores abióticos presentes e essenciais a sobrevivência dos seres vivos, como: o solo, a água, o ar e a luz. - Reproduzir um ambiente natural que será observado por um determinado período, verificando o desenvolvimento dos seres vivos em seu interior, enfatizando a importância da energia solar para a manutenção da vida na Terra.</p> <p>Metodologia Os alunos farão a montagem dos terrários em suas casas de forma individual seguindo os procedimentos e deverão deixar expostos em um ambiente que tenha incidência solar para que possam observar o seu desenvolvimento por 10 dias.</p> <p>Montagem Experimental e Procedimentos a) Primeiramente cortar a garrafa PET próxima a extremidade do topo. b) Colocar uma camada de aproximadamente três centímetros de cascalho, em seguida cobrir com 1 cm de carvão vegetal, 2 cm de areia e por último uma camada de 4 cm de terra vegetal. c) Plantar a muda ou sementes, regar o suficiente sem encharcar o solo. d) Fixar o termômetro dentro do pote e tampar o terrário. e) Aguardar a adaptação e o desenvolvimento das plantas por 10 dias.</p>

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021

Na Figura 2.2 apresenta-se uma montagem experimental de um terrário como resultado da aplicação feita por uma das autoras do presente trabalho.

Figura 2.2 – Imagem fotográfica da montagem experimental do experimento terrário.



Fonte: arquivos de M. S. F. Ferreira, 2021

Entregar o instrumento de coleta de dados apresentado no Quadro 2.6. Este roteiro foi criado após a primeira aplicação, pois para a avaliação do comitê de ética deveria ter esse instrumento, e também por ter detectado que houve uma dificuldade na redação e avaliação do relatório entregue pelos alunos na primeira aplicação baseado no conteúdo do Quadro 2.5, e com um guia o resultado foi bem mais proveitoso, pois houve um acompanhamento do processo ocorrido.

Quadro 2.6 – Etapas do relatório pré-definidos sobre o experimento do terrário.

Nome completo _____
Idade _____
Série _____
Parte Experimental – Experimento 1 – Terrário – atividade em casa
<ul style="list-style-type: none">• Construa um terrário com materiais fornecidos pela docente, e materiais recicláveis (fornecido no primeiro contato com os alunos);• Atividade individual.• Objetivos: verificar o desenvolvimento de plantas ornamentais no mesmo, para a compreensão de Vida em um planeta, incluindo o processo que ocorre em uma estufa;• Siga o roteiro experimental e faça um relatório do que observou;• Entregue o relatório na penúltima aula;

1. Fotografe a sua montagem experimental incluindo as plantas, meça o comprimento da mesma e anote:
2. De quanto em quanto tempo você ministrou água, anote o horário;
3. Qual a quantidade de água ministrada a cada vez? Se forem borrifadas utilizando um borrifador, cite quantas borrifadas e o motivo de ter aplicado a água;
4. Qual o comprimento da planta após ...dias? O docente deve informar aos discentes, por depender do tempo disponível de execução experimental. Sugere-se de 7 em 7 dias se por 28 dias;
5. Anote a temperatura em três horários diferentes, todos os dias, anote as informações na Tabela 1.1. Acrescente mais linhas se necessário.

Tabela 1.1 – Dados da temperatura anotados por dia e 3 vezes em 24 hora.

Dia	Horário	T(°C)

6. Qual comportamento você espera que ocorra no interior de seu terrário e com a planta?
7. Anote o que observou de diferente ao que você esperava durante o seu experimento
8. Qual local você deixou o seu terrário e por qual motivo?
9. Como esse experimento se relaciona com o Tema Astrobiologia?
10. Como esse experimento se relaciona com os conceitos da Termodinâmica?
11. Como você relaciona esse experimento com o cotidiano?

Fonte: elaborado pelas autoras, 2022.

Neste mesmo dia entregar o roteiro o experimento 2 sobre o dessalinizador como a do apresentado no Quadro 2.7. Esse equipamento, para mais funções é também conhecido como destilador solar, utilizado para eliminar impurezas, bactérias e tornar a água potável.

Quadro 2.7 – Roteiro sobre o experimento 2 - dessalinizador.

Experimento 2 – Dessalinizador ou Destilador Solar

Referência: baseado em Sarmiento *et al.*, 2021.

Materiais Utilizados:

- Água filtrada
- Sal refinado.

- Filme plástico
- Garrafa PET 2 litros
- 1 colher das de sopa para usar como medida e para misturar e dissolver o sal na água;

Objetivos:

- Utilizar meios de baixo custo e de fácil acesso;
- Obter água doce a partir de água salobra ou salina³ por meio da incidência de energia solar.

Metodologia

Os alunos farão a montagem dos dessalinizadores em suas casas de forma individual seguindo os procedimentos e deverão deixar expostos em um ambiente que tenha incidência solar para que possam observar o seu desenvolvimento por 2 horas.

Procedimento

- Fazer um recipiente aberto a partir da garrafa PET de 2L, cortando a extremidade perto do topo;
- Preencher o conteúdo da garrafa com 750 ml de água filtrada;
- Dissolver uma colher (das de sopa – medidora têm 15 ml) de sal⁴ (18,3 g) na água (caso queira uma água salina colocar 1 colher e meia das de sopa de sal para a mesma quantidade de água);
- Vedar a garrafa com o filme transparente, de forma que não haja entrada de ar (se for preciso, prenda com fita adesiva);
- Expor a garrafa ao Sol por 2 horas;
- Observar a superfície do filme plástico;
- Retire o filme plástico com cuidado e recolha a água em um outro recipiente;
- Experimentar o líquido da superfície do filme plástico.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Na Figura 2.3 (a) apresenta-se a montagem experimental do experimento 2 do dessalinizador. Uma proposta alternativa é utilizar o esquema da Figura 2.3 (b) que

³ Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB-SP- de autoria Roseli Pereira, 2017 – A água é classificada como salina a que possui uma concentração acima de 30 partes por mil como no caso da água do mar. E água salobra, a que possui entre 0,5 a 30 partes em mil. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2017/03/20/conheca-os-diferentes-tipos-de-agua/#:~:text=%C3%81gua%20salobra%3A%20%C3%A1gua%20com%20salinidade,ser%20consumida%20pelo%20ser%20humano.> Acesso em: 24 nov. 2023,

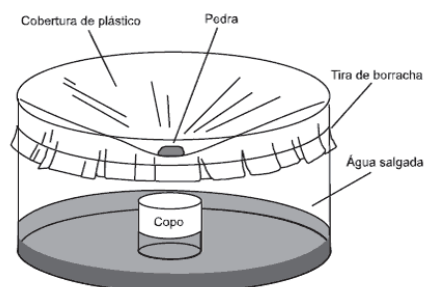
⁴ <https://conversor-de-medidas.com/culinaria-vm/--1--colher-de-sopa--de--sal-de-cozinha--em--grama.> Acesso em: 24 nov. 2023.

será mais fácil coletar a água doce. Para isso insira um copo de vidro dentro da garrafa pet e a água salgada em volta, e coloque uma pedra ou esfera tal que o filme consiga sustentar.

Figura 2.3 – (a) Imagem fotográfica do experimento dessalinizador feito pela Profa. Marisa uma das autoras do presente trabalho, e em (b) sugestão para facilitar a coleta de água doce



(a)



(b)

Fonte: (a) arquivos de M. S. F. Ferreira, 2021, e (b) <<https://www.mochileiros.com/topic/16689-sobreviv%C3%A2ncia-como-dessalinizar-%C3%A1gua-do-m>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

O Instrumento de coleta de dados a utilizar como um roteiro do relatório é o apresentado no Quadro 2.8.

Quadro 2.8 – Etapas do relatório pré-definidos sobre o experimento do dessalinizador.

Nome completo _____
 Idade _____
 Série _____

Parte Experimental – Experimento 2 – Dessalinizador - atividade de casa

1. Construir um dessalinizador com material fornecido pela docente
2. Atividade individual –
3. Objetivo(s): para que compreendam como transformar água salgada em potável, que é a água de que necessitamos para sobreviver;
 - Siga o roteiro experimental e faça um relatório do que observou;
 - Entrega do relatório em ____/____/____.

1.Registre com uma foto a sua montagem experimental, identificando o material utilizado;

2.Preencha a Tabela 1

Tabela 1 – Dados informados pelo aluno.

Massa de Sal (g)	
Volume de água inicial (ml)	
Diâmetro do recipiente (cm)	
Profundidade do recipiente (cm)	
Horário inicial	
Horário final	
Tempo de exposição solar	
Temperatura média	
Volume de água potável colhida	
Quantidade final de sal (g)	

3. Anote os dados da temperatura de 30 em 30 minutos e anote na Tabela 2, caso necessite coloque mais linhas para preencher.

Tabela 2 – Dados da temperatura de 30 em 30 minutos.

Tempo (minutos)	Temperatura (°C)

4. Descreva a cada meia hora o que você observa em seu aparato experimental, se puder registre em fotos.

5. O que você concluiu de seu experimento?

6. Como esse experimento se relaciona com o Tema Astrobiologia?

7. Como esse experimento se relaciona com os conceitos da Termodinâmica?

8. Como você relaciona esse experimento com o cotidiano?

Fonte: elaborado pelas autoras, 2022.

Para o fechamento das aulas avisar os alunos que os relatórios dos Experimentos 1 e 2 deverão ser entregues na penúltima aula prevista na sequência didática, para que se tenha tempo de dar um retorno aos alunos sobre os experimentos e sobre o relatório. E tirar as possíveis dúvidas que tiveram em relação as aulas 1,2 e 3.

2.3 - Aula 04 - Vida na Terra e Astrobiologia

No Quadro 2.9 está apresentado o Plano de Aula da aula 04.

Quadro 2.9 – Descrição do Plano de Aula da aula 04.

Dados de identificação da Instituição Concedente	
Nome da escola _____	
Série _____	
Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos).	Período: _____
Conteúdo - Astrobiologia	
Objetivos - Apresentar a Astrobiologia como uma disciplina promotora da prática interdisciplinar e transdisciplinar.	
Recursos - Apresentação em slides via <i>datashow</i> ou TV multimídia; Computador.	
Metodologia:	
1º momento - Discussão sobre a Vida na Terra e sua manutenção, e os textos sobre Astrobiologia.	
2º momento - Leitura e discussão dos textos.	
Avaliação - A avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.	

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 04

Nesta aula, primeiramente faz-se uma explanação dos parâmetros principais para ter Vida na Terra.

➤ **Vida na Terra**

Para que haja Vida em planetas, primeiramente vejamos o que diz a literatura (Farias e Barbosa, 2017), quais parâmetros são necessários para que o mesmo ocorra e o que é uma zona habitável.

O que se sabe para que um planeta seja habitável? A chamada habitabilidade instantânea (existência de pelo menos um ser vivo), requer alguns parâmetros como:

- A principal é água líquida, que está relacionada à temperatura do local, e esta, relacionada à fonte de calor.
- Energia disponível para a reprodução, crescimento e manutenção de organismos vivos;
- Existência de pelo menos os seguintes elementos químicos: Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e Enxofre.

Para manter o local habitável, a distribuição da água líquida deve existir não somente na superfície do planeta, e no seu interior também. No caso do planeta Terra o que mantém a água na sua superfície é a combinação da energia solar em maior grau (devido a sua distância em relação ao Sol) com o seu aquecimento interno.

Quando um planeta preserva as condições da habitabilidade instantânea é conhecido por habitabilidade contínua, nesse caso leva-se em consideração o tempo da existência de água líquida no corpo celeste (milhões de anos).

Assim, os astrobiólogos trabalham para definir quais fatores permitem a existência de água líquida e fotossíntese, na qual Farias e Barbosa (2017) classificam como planetários e astronômicos:

Fatores planetários: 1. massa/densidade: influencia na composição atmosférica, determinando a perda ou a retenção de materiais voláteis; 2. atmosfera: o balanço de energia de um planeta é fortemente influenciado pela composição atmosférica e pelo albedo, que indica a reflexividade de uma superfície; 3. Placas tectônicas: sustentam a temperatura média do planeta e permitem a reciclagem de substâncias como CO_2 ; 4. Campo magnético: atua como um escudo para a atmosfera do planeta protegendo-a contra a radiação solar e fluxos de plasma; Fatores astronômicos: 5. Tipo de estrela: determina a distância adequada para a existência de água líquida na superfície de um planeta; 6. Rotação: determinante para a intensidade do campo magnético do planeta; 7. Presença de satélite: interfere na regulação do clima do planeta; 8. Impactos: podem afetar negativamente a habitabilidade provocando a vaporização de oceanos e extinções de espécies, porém também podem favorecer as condições para a vida aumentando a disponibilidade de nutrientes e energia. (FARIAS e BARBOSA, p. e4402-3, 2017)

Na sequência, apresentam-se aos alunos dois textos (Quadros 2.10 e 2.11) para uma leitura em aula, conjuntamente com o professor.

Quadro 2.10 – Descrição do Texto 2 sobre a Astrobiologia

Texto 2 – Astrobiologia – do que se que se trata?

Recortes do texto da referência: GALANTE, D. *et al.* (2016) <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-exatas-e-daterra/>> e-book-gratuito-reune-textos-sobre-astrobiologia. Acesso em: 11 jun. 2021.

A Astrobiologia é uma área recente de pesquisa científica, que procura entender o fenômeno da vida em nosso Universo, não se restringindo apenas à vida na Terra, ou mesmo à vida como a conhecemos.

Ela aborda algumas das questões mais complexas sobre os sistemas biológicos, como sua origem, evolução, distribuição e futuro, na Terra e, possivelmente, em outros planetas e luas.

Por ser multi e interdisciplinar é, acima de tudo, uma ferramenta para facilitar a comunicação e interação entre especialistas de diferentes áreas, e também com a população em geral, já que trata de temas que despertam o interesse geral.

Pela primeira vez, estão disponíveis as ferramentas tecnológicas e o rigor científico à disposição para lidar com alguns dos problemas mais complexos e antigos da humanidade. De onde viemos? Para onde vamos? Estamos sozinhos no Universo?

A Astrobiologia procura responder essas perguntas baseando-se na história da vida na Terra e suas relações com o planeta, extrapolando esse conhecimento para o desenvolvimento de metodologias para o estudo de outros mundos, seja com robôs, missões tripuladas ou técnicas astronômicas.

Os cientistas dessa área estão desbravando novas fronteiras do conhecimento humano, e esse é apenas o início desse esforço interdisciplinar e internacional, que já está se estabelecendo também no Brasil.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Sugestões de Discussões:

- **O tema Astrobiologia é algo interessante? Por qual motivo?**

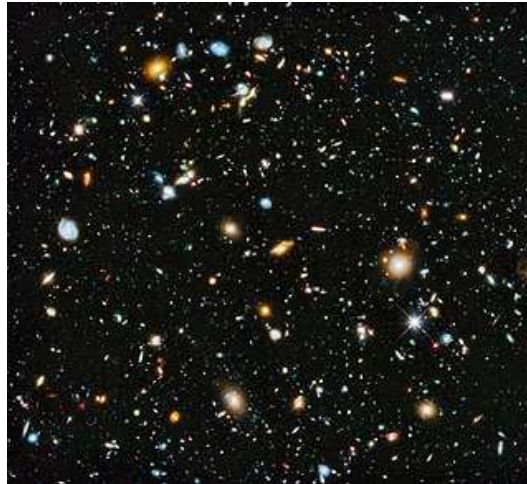
Nesta abordagem, caso o aluno diga sim ou não, será possível detectar a motivação dos alunos perante o assunto e texto apresentado. Se a resposta for sim, siga com o assunto; se for não, então questione o motivo, e como pode trabalhar o assunto. Nesse caso, apresente uma imagem, pois talvez o motivo seja por falta de visualização do que está sendo abordado. Aqui entram os organizadores prévios.

Ex.: Vocês imaginam o que é o Universo?

Segundo a enciclopédia Britânica, “Universo é todo sistema cósmico de matéria e energia na qual a Terra e desta forma a raça humana faz parte”. É uma composição das mais variadas formas existentes em uma imensa dimensão contendo, planetas, estrelas, galáxias, componentes intergalácticos, entre outros.

O que foi possível ser observado é o que está em um raio de 46 bilhões de anos-luz ($1 \text{ ano-luz} = 9,461 \cdot 10^{15} m$), chamado de Universo observável. A Figura 2.4 apresenta uma imagem registrada pelo telescópio Hubble, mostrando uma grande variedade de galáxias, sendo que as distâncias são avaliadas pelas cores, as mais distantes são as vermelhas. Cada galáxia é composta por bilhões de estrelas. Em nossa galáxia, o Sol é uma das estrelas.

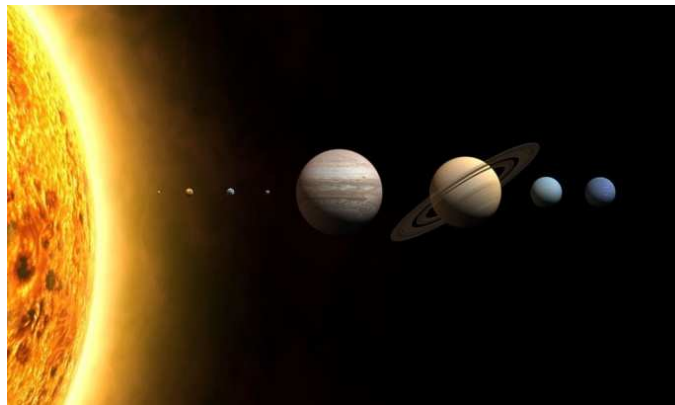
Figura 2.4 – Imagem registrada pelo telescópio Hubble, ilustrando uma parte do Universo. Um raio de 46 bilhões de anos-luz.



Fonte: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Universo#/media/Ficheiro:NASAHS201427aHubbleUltraDeepField2014-20140603.jpg>> . Acesso em: 20 mar. 2021.

Nessa imensidão, encontra-se a nossa galáxia e dentro dela o sistema solar. Como é composto em termos de planetas o nosso sistema solar? A Figura 2.5 apresenta essa composição: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno, apresentados da esquerda para a direita do Sol.

Figura 2.5 – Imagem ilustrativa dos planetas que compõem o sistema solar.



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Solar#/media/Ficheiro:Planets2013-unlabeled.jpg> , Acesso em: 20 mar.2021.

Portanto (Os ícones de imagens utilizados como ilustração neste trabalho são do editor de texto da *Microsoft*),

a Astrobiologia é uma área recente de pesquisa científica, que procura entender o fenômeno da vida em nosso Universo, não se restringindo apenas à vida na Terra, ou mesmo à vida como a conhecemos.



- **O que envolve seu estudo?**

Ela aborda algumas das questões mais complexas sobre os sistemas biológicos, como sua origem, evolução, distribuição e futuro, na Terra e, possivelmente, em outros planetas e luas.



- **O que é interdisciplinar e multidisciplinar???**

O primeiro aborda interação aos pares entre conteúdos de componentes curriculares (disciplinas) diferentes, e o segundo entre várias disciplinas.



- **O que tem essa área de tão interessante? Imaginem um dia poder responder:**

De onde viemos? Para onde vamos? Estamos sozinhos no Universo?

E, o principal, o laboratório de estudo é a Vida em nosso Planeta!

A Astrobiologia procura responder essas perguntas baseando-se na história da vida na Terra e suas relações com o planeta, extrapolando esse conhecimento para o desenvolvimento de metodologias para o estudo de outros mundos, seja com robôs, missões tripuladas ou técnicas astronômicas.

Logo, nós fazemos parte desse aprendizado. Dar continuidade ao entendimento desse assunto.

Quadro 2.11 – Descrição do Texto 2 sobre a Astrobiologia continuação.

Texto 2 – Astrobiologia, continuação.....

Fonte: Yara Laiz Souza, [s.d.] Disponível em: <https://www.infoescola.com/ciencias/astrobiologia/> “Sobre a astrobiologia”. Autorizada a reprodução pelo Editor do InfoEscola Lucas Martins em 22/11/2023.

“Sempre nos perguntamos acerca de como a Vida surgiu em nosso planeta. A astronomia é o campo que cuida dos saberes sobre o Universo: sua origem, leis e curiosidades. Entretanto, para responder a muitas perguntas, esse campo precisou se desmembrar em outras áreas complementares. Para responder sobre a questão do surgimento da vida, a Astrobiologia surgiu como uma forma de reunir os estudos e pesquisa sobre o assunto.

A Astrobiologia é uma área de pesquisa recente; o departamento de astrobiologia da Agência Espacial Americana (NASA) completou 50 anos em 2015.

De modo geral, a Astrobiologia busca compreender a origem, evolução, futuro e distribuição da vida tanto na Terra como em outras partes do Universo.

Ao longo dos anos, pesquisadores vêm encontrando indícios de como a vida se estabeleceu e evoluiu na Terra, e algumas dicas de como ela sobreviveria em outras partes do Universo.

Algumas espécies terrestres, chamados de extremófilos, vivem em condições de ambientes extremos e quase insuportáveis como à beira de vulcões ou debaixo de extensas calotas de gelo. Esses animais ajudam os pesquisadores a entender como seria a adaptação da vida em planetas muito quentes como Mercúrio ou a locais muito gelados como Plutão.

Muitas pessoas confundem astrobiologia com exobiologia. Apesar da definição quase semelhante, uma é mais abrangente e a outra é mais específica e limitada, respectivamente. Exobiologia diz respeito à busca da vida fora da Terra e como os ambientes extraterrestres surtem efeitos em tais seres vivos, enquanto que a Astrobiologia busca as origens da Vida na Terra e busca compreender a ligação da vida com o Universo, além de se perguntar como encontrar e entender a vida em outros planetas e luas.

Para estudar todas as questões referentes à Vida e sua origem e adaptação na Terra e no Universo, a Astrobiologia conta com a ajuda de diversas áreas como, biologia, astronomia, física, geografia, ciências planetárias, entre outras. Além de cálculos teóricos especialmente criados para responder a essas perguntas e a simulação experimental de diversos ambientes. A simulação pode ocorrer tanto em laboratórios especiais quanto em ambientes da própria natureza como as áreas mais geladas do Planeta.

Até agora, as pesquisas têm encontrado grandes respostas para o surgimento de Vida na Terra, e continua buscando por similares do tipo de vida terrestre em outros locais ou por coisas totalmente novas. A NASA é uma das agências que lidera esses esforços e sempre traz resultados incríveis.”

Referências citadas pela autora:

<http://www.universoracionalista.org/introducao-a-astrobiologia/>

<http://www.observatorio.iag.usp.br/index.php/mppesq/astrobio.html?start=1>

http://www.astrobiobrazil.org/index.php/pt_br/

Fonte: SOUZA, Y. L. [s.d] - <https://www.infoescola.com/ciencias/astrobiologia/> “Sobre a astrobiologia
Acesso em: 20 mar. 2021. Autorizado para publicação em: 22 nov. 2023.

Discussão

Nesta discussão o professor deve ser o mediador da troca de informações, para a construção do aprendizado, e detectar por partes o que já compreenderam e o que não, para que se possa buscar outras estratégias metodológicas a auxiliar nessa compreensão.

Para o fechamento desta aula podem ser feitas algumas perguntas.

Sugestão de questões:

- **Compreenderam o que se estuda nesse novo ramo da ciência?**

A Astrobiologia busca as origens da Vida na Terra e busca compreender a ligação da vida com o Universo, além de se perguntar como encontrar e entender a vida em outros planetas e luas.



- **O que mais chamou a atenção nesse estudo? O que acharam de interessante? Será algo ligado com a NASA?**

Após anotar o que é necessário reforçar, abrir via google sala de aula, um espaço para esclarecimentos, antes da próxima aula.

[2.4 - Aula 05 - Cosmologia: origem do Universo e o Sistema Solar](#)

No Quadro 2.12 está apresentado o Plano de Aula da aula 05 da sequência didática apresentada no Quadro 1.1.

Quadro 2.12 – Descrição do Plano de Aula da aula 05.

Dados de identificação da Instituição Concedente

Nome da escola _____

Série _____

Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos). Período: _____

Conteúdo - Cosmologia: Origem do Universo e o Sistema Solar

Objetivos - Compreender a teoria *Big Bang* para origem do Universo.

Conhecer os planetas do Sistema Solar.

Recursos - Datashow, Simulador computacional e vídeos - O Universo - Além do *Big Bang* – *History Channel* e Viajando pelo Sistema Solar,

Metodologia:

1º momento - Visualização **de uma parte** do vídeo: O Universo - Além do *Big Bang* – HistoryChannel -:disponível em: < <https://gloria.tv/post/k3z3UJZ8CiRX12WALNZFQ9MkD>> (dublado em português)

Tempo total do vídeo: 1h30m51s

2º momento - Visualização do vídeo - Viajando pelo Sistema Solar. - < <https://www.youtube.com/watch?v=zLFvrurSef8>> em português - Tempo total do vídeo: 14min45s.

3º momento - Discussão sobre os vídeos.

4º momento - Atividade com o uso de simulador *Física na Escola*

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>

Avaliação - A avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021

Desenvolvimento da Aula 05

Após a introdução do que se trata o tema Astrobiologia e sabendo que o mesmo trata do estudo da origem, evolução e futuro da vida no Universo trata do estudo da Vida na Terra, escolheu-se por apresentar aos alunos um tema que muitos ouvem falar, que é sobre o *Big Bang*. Como metodologia, apresentar parte de um vídeo disponível na *internet* de forma que se os alunos quiserem rever, podem fazê-lo pelo celular.

- **1º momento:** Visualização dos primeiros 10 minutos do vídeo: O Universo - Além do Big Bang – HistoryChannel -:disponível em: < <https://gloria.tv/post/k3z3UJZ8CiRX12WALNZFQ9MkD>> (dublado em português)
Tempo total do vídeo: 1h30m51s

Discussões:

- O *Big Bang* realmente aconteceu?
- Como era a temperatura antes e depois do *Big Bang*?

É interessante disponibilizar aos alunos o Texto Auxiliar 01 (Quadro 2.13) que trata da teoria do *Big Bang*. Servirá como um organizador prévio aos que não compreenderam o vídeo e de reforço aos demais.

Texto Auxiliar 01 – Big Bang - A teoria do *Big Bang*

FRANCISCO, W. C. [s.d.] <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/big-bang.htm>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

“A busca pela compreensão sobre como foi desencadeado o processo que originou o Universo atual, proporcionou – e ainda proporciona – vários debates, pesquisas e teorias. Até o momento, a explicação mais aceita sobre a origem do Universo é baseada na teoria da Grande Explosão, em inglês, *Big Bang*.

Ela apoia-se, em parte, na teoria da relatividade do físico Albert Einstein (1879-1955) e nos estudos dos astrônomos Edwin Hubble (1889-1953) e Milton Humason (1891-1972), os quais demonstraram que o Universo não é estático (parado) e se encontra em constante expansão, ou seja, as galáxias estão se afastando umas das outras. Portanto, no passado elas deveriam estar mais próximas que hoje, e, até mesmo, formando um único ponto.

Segundo o cientista russo, George Gamow (1904-1968) e o padre e astrônomo belga Georges Lemaître (1894-1966), o Universo teria surgido após uma grande explosão cósmica, entre 10 e 20 bilhões de anos atrás. O termo explosão refere-se a uma grande liberação de energia, criando o espaço-tempo. Ao expandir-se, o Universo também se resfriou e os elementos químicos começaram a se unir dando origem às galáxias.

A teoria do *Big Bang* é aceita pela maioria dos cientistas, entretanto, muito contestada por alguns pesquisadores.”

A Figura 1 mostra uma ilustração da possível imagem do “*Big Bang*”.

Figura 1 - Imagem ilustrando a possível “grande explosão” que deu origem ao Universo.



Fonte: <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/big-bang.htm>>. Acesso em 09 de julho de 2021.

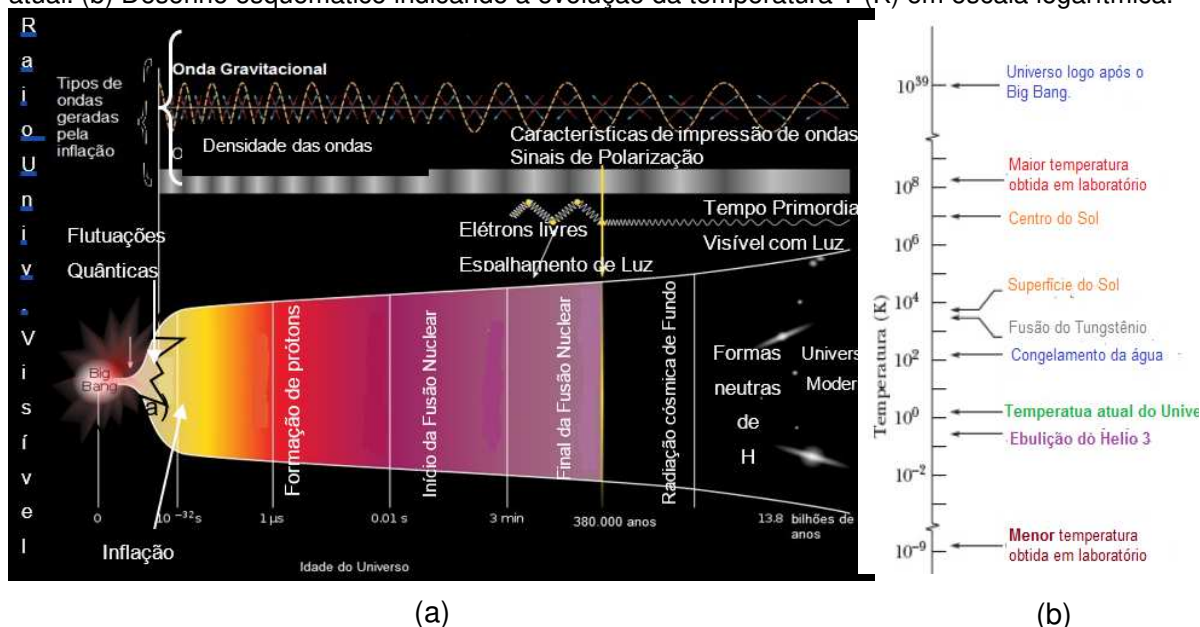
Fonte: FRANCISCO, W. C. [s.d.] <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/big-bang.htm>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

Na sequência apresenta-se um texto sobre a temperatura do Universo no momento do *Big-Bang* e a sua evolução até os dias atuais. Essa parte é importante, pois entra o conceito de temperatura visto na Termodinâmica.

➤ Temperatura do Universo

A temperatura do Universo na sua origem (há 13,7 bilhões de anos) era da ordem de $10^{39} K$. Estudos relatam que este se expandiu e esfriou quando há 10^9 anos atingiu a temperatura $3 K$ e se mantém na média atualmente (Figura 2.7 (a)). Nessa imagem na vertical está o raio do Universo visível e na horizontal a idade do Universo. Na Figura 2.7 (b) apresentam-se uma escala da Temperatura logo após o *Big Bang*, até a menor temperatura obtida em laboratório (HALLIDAY e RESNICK, 2016).

Figura 2.7 – (a) Imagem ilustrando de forma geral a ordem cronológica desde o *Big-Bang* à época atual. (b) Desenho esquemático indicando a evolução da temperatura T (K) em escala logarítmica.



Fontes: (a) tradução e adaptação de H. Mukai, extraído de Wikipedia. Original: DrbogdanVector: Yinweichen - Obra do próprio, CC BY-SA 3.0, <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31825049>>. Acesso em: 09 jun.2021. (b) adaptado da Fig.18-1 da referência (Halliday e Resnick, 2016).

Caso os alunos questionem sobre a **evidência da existência do *Big Bang***, pode-se citar: a expansão do Universo; a escuridão da noite; a radiação cósmica de fundo, e a abundância de Hélio no Universo. Sobre cada uma pode ser visto no *site*: <<http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/cosmo3.html>>.

Na sequência a escolha do segundo vídeo - Viajando pelo Sistema Solar, tem por objetivo analisar as condições de habitabilidade em outros planetas desse sistema.

➤ **2º Momento - Iniciar com o vídeo - Viajando pelo Sistema Solar**

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=zLFvurSef8>>. Tempo total do vídeo: 14min45s.

Discussões (Os ícones de imagens utilizados como ilustração neste trabalho são do Editor de texto da *Microsoft*.):

• **Todos os planetas do Sistema Solar podem ser considerados habitáveis?**

Não, pois devem satisfazer alguns fatores, como existência de água doce, ar, fonte de energia e somente o Planeta Terra pertence a Zona habitável (como será ilustrado na Figura 1 do texto auxiliar 5).



• **Quais fatores influenciam na habitabilidade de um planeta?**

- - A principal é água líquida, que está relacionada à temperatura do local, e esta, relacionada à fonte de calor.
 - Energia disponível para a reprodução, crescimento e manutenção de organismos vivos;
 - Existência de pelo menos os seguintes elementos químicos: Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e Enxofre.
- Entre outros....



Apresentar o Texto Auxiliar 02 (Quadro 2.14) para que os alunos saibam quais características possuem os planetas do sistema solar, para compreender o que há em um planeta habitável e que possui condições de habitabilidade em relação aos demais.

Quadro 2.14 – Texto Auxiliar 02 – Características dos Planetas do Sistema Solar.

Texto Auxiliar 02 – Características dos Planetas do Sistema Solar

Conforme apresentado o Sistema Solar, Figura 2.5, é composto por 8 planetas e 1 planeta anão (desde 2006). No Quadro 1, apresentam-se as características dos mesmos. A temperatura nos planetas que compõem o nosso sistema varia de acordo com a sua distância em relação a uma estrela, que é o Sol.

Quadro 1– Informações sobre os planetas de sistema solar.

Planeta	Características	Rotação em torno de seu próprio eixo	Ano (Translação) Giro ao redor do Sol	Distância Planeta-Sol (km)	Temperatura
Mercúrio	Rochoso, com crateras, sem satélite, atmosfera rarefeita, 8º em tamanho	58 dias e 16 horas terrestres	87,97 dias terrestres	57.910.000	400°C lado voltado ao Sol, e -180°C lado oposto ao Sol
Vênus	Rochoso e Vulcânico. Atmosfera composta por gás carbônico e ácido sulfúrico, não possui satélite, 6º em tamanho. Mais brilhante conhecida como Estrela D'ÁLVA	243,01 dias terrestres	224,7 dias terrestres	108.200.00	460°C
Terra	Atmosfera: rico em Oxigênio e Nitrogênio, relevo rochoso, possui água líquida, Satélite: Lua; 5º em tamanho.	23 horas e 56 minutos	365 dias e 6 horas (ano bissexto)	149.600.00	-70°C a 55°C Temperatura média de 14°C
Marte	Montanhoso, vulcânico, deserto e possui calotas polares. Atmosfera rarefeita. Satélites: Fobos e Deimos	24 horas e 37 minutos	686,98 dias terrestres	227.940.000	-120°C a 25°C
Júpiter	Gigante gasoso, Satélites: 39; 3 anéis de poeira e pedaços de rochas 1º em tamanho.	9 horas e 56 minutos	11 anos e 315 dias terrestres	778.330.000	-150°C
Saturno	Gasoso, 7 anéis maiores e outros muitos menores formados de rochas e cristais de gelo. Ventos de 1500 Km/h, 23 satélites, 2º em tamanho.	10 horas e 15 minutos	29 anos e 6 meses terrestres	1.429.400.000	-150°C
Urano	Atmosfera: Hidrogênio e Hélio e um pouco de metano. Possui 21 satélites e 10 anéis. Descoberto em 1781.	12 horas e 14 minutos Eixo de rotação quase horizontal.	84 anos e 4 dias terrestres	2.880.990.000	-216°C
Netuno	4º em tamanho Atmosfera: Hidrogênio, e em menor grau Hélio e Metano Possui 8 satélites naturais e 5 anéis. Sua cor é azulada. Tempestades de ventos de até 2.000 Km/h	16h e 7 m	165 anos terrestres	4.504.3000.000	-214°C
"Plutão"	Desde 2006 – planeta anão – composta de rochas e gelo. Bola de neve gigante de metano e água.	6 dias e 9 horas terrestres	248 anos e 6 meses	-----	-220°C

Fontes: SOUSA, Rafaela. "Sistema Solar"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/sistema-solar.htm>; Pedagogia & Educação, 2013. "Sistema Solar :planetas e características". Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/sistema-solar-planetas-e-caracteristicas.htm>. Acesso em: 30/0/2021. GOUVEIA, R. *Características do Sol. Toda Matéria*. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/caracteristicas-do-sol/> > acesso em 18/01/2021.

Fonte: elaborado pelas autoras, 2021.

Também é importante conhecer a atmosfera da Terra, para a questão da Vida no Planeta. E veremos que envolve muitas definições estudadas na termodinâmica. Para tal apresenta-se o Texto Auxiliar 03 (Quadro 2.15) por meio do *datashow* ou TV multimídia.

Quadro 2.15 – Texto Auxiliar 03 – Atmosfera da Terra.

Texto Auxiliar 03 - Atmosfera da Terra

Fonte: <<https://www.iag.usp.br/siae98/estufa/estufa.htm>>. Acesso em :30 jun. 2021.

“A atmosfera da Terra é constituída de gases que permitem a passagem da **radiação** solar, e absorvem grande parte do calor (a **radiação** infravermelha térmica), emitido pela superfície aquecida da Terra. Conforme indicado na Figura 1. Esta propriedade é conhecida como **efeito estufa**. Graças a ela, a **temperatura** média da superfície do planeta mantém-se em cerca de 15°C. Sem o efeito estufa, a **temperatura** média da Terra seria de 18°C abaixo de zero, ou seja, ele é responsável por um aumento de 33°C. Portanto, é benefício ao planeta, pois cria condições para a existência de vida, quanto maior for a concentração de gases, maior será o aprisionamento do calor, e conseqüentemente mais alta a **temperatura média** do globo terrestre.”

Figura 1 – Desenho ilustrativo do processo que ocorre da radiação recebida do Sol na atmosfera.



Fonte: <https://www.iag.usp.br/siae97/meteo/met_estu.htm>. Acesso em 30 jun. 2021.

Fonte: Texto – Estufa. Disponível em: <<https://www.iag.usp.br/siae98/estufa/estufa.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

Essa parte é importante no experimento do terrário, que é uma mini estufa, introduzido para que os alunos compreendam a manutenção da vida em um planeta, controlando a “atmosfera” no seu interior, além de poder completar com o esclarecimento sobre o problema do aquecimento global. Que o efeito estufa é necessário para a sobrevivência em um planeta, e caso a camada de gases emitidos interiormente se tornar muito espessa, haverá o aquecimento interno indevido, e isso sim é prejudicial para a manutenção de vida no planeta, ocasionando vários

desequilíbrios na natureza. E em relação ao conteúdo de termodinâmica, tem-se o conceito de temperatura e a introdução de forma indireta o conceito de calor.

No texto original ainda é informado que:



“as descargas de gases na atmosfera por parte das indústrias e das frotas de veículos, contribuem para aumentar o problema, e naturalmente ainda continuarão a ser objeto de muita discussão entre os cientistas e a sociedade”.



Algo para os alunos refletirem.

Como sites de internet podem não estar disponíveis, deixamos uma outra referência como alternativa: SILVA, Carolina Nunes da. A Importância da Atmosfera Terrestre. Jovem Explorador, 11 mar. 2022. Disponível em: <<http://jovemexplorador.iag.usp.br/?p=importancia-da-atmosfera>>. Acesso em: 14 out. 2023; e a referência Junges *et al.* (2018).

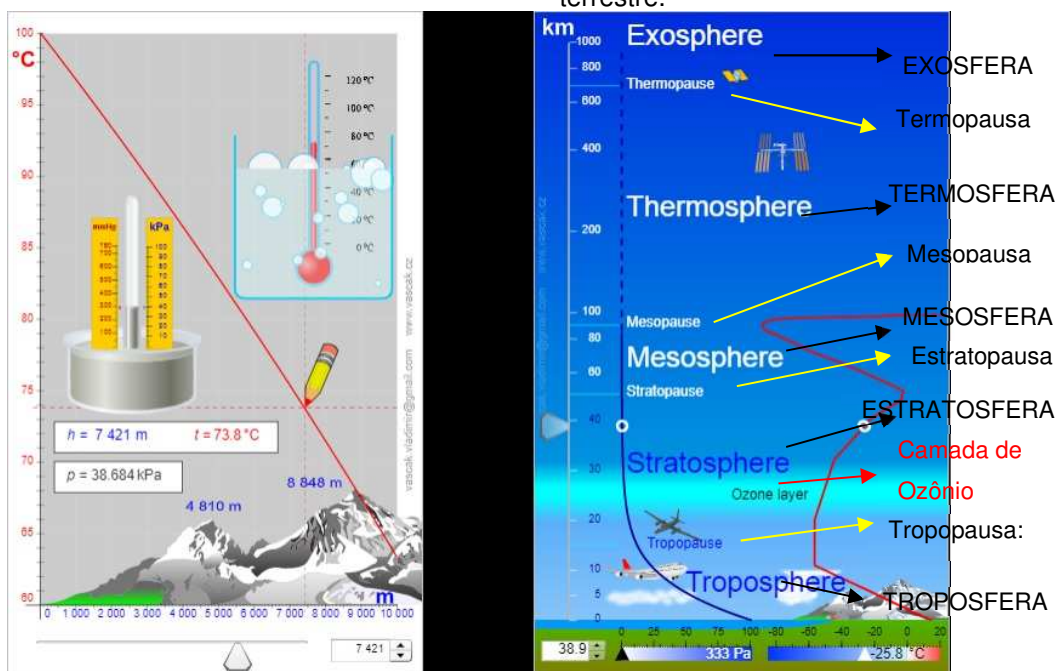
Continuando a importância **da temperatura e termômetro** para a próxima aula., utilizar os simuladores disponibilizados por Vladimir Vascak nos links: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_teplota_varu_vyska&l=en> e <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_atmosfera&l=en> .

(Figura 2.8) que tratam de:

(a) variação da **pressão** conforme aumenta a altura e como fica **a temperatura**, ainda compara com uma **água em ebulição** (*boiling point* – ponto de ebulição). No eixo da vertical está a temperatura em °C aumentando de baixo para cima, e na horizontal a altura aumentando da esquerda para a direita. Para observar as variações, com o *mouse* mexa o cursor na parte inferior o simulador. É possível verificar que conforme a altitude aumenta a temperatura diminui e pode ser observado no gráfico que aparece de uma reta decrescente. E em

(b) a variação da altura pela **pressão e temperatura** para a atmosfera. Para observar, eleve o cursor que fica à esquerda da tela para cima com o *mouse*. Observe, conforme aumenta a altura, o que ocorre com os “objetos” como os aviões e satélites, para ter uma ideia de onde ficam os gases estufa e como é composta a atmosfera terrestre.

Figura 2.8 – Cópia de tela da variação de temperatura e pressão (a) com gráfico, e (b) na atmosfera terrestre.



Fonte: Vladimir Vascak – simulador, disponível em: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_teplota_varu_vyska&l=en. Acesso em: 30 jun. 2021. Tradução das autoras.

Fechamento da aula.

Solicitar que resolvam 2 questões de Vestibular (Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/termosfera>). Acesso em: 30 jun. 2021). A resposta correta está destacada em cor azul.

01. [MACKENZIE, 2018] - A respeito das camadas que compõem a atmosfera terrestre, considere as afirmações I, II, III e IV:

I. A Troposfera é a camada mais baixa da atmosfera e, é nela, que os principais fenômenos meteorológicos ocorrem, tais como tempestades, chuvas, precipitações de neve ou granizo e formação de geadas.

II. A camada de ozônio (O_3) concentra-se na Termosfera. Formada a cerca de 400 milhões de anos, protege a Terra dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol, nocivos à vida. Porém sabemos que, devido à emissão crescente de CO_2 pelas sociedades modernas, abriram-se buracos enormes nessa camada, permitindo a entrada de tais raios.

III. A Mesosfera se estende da Estratosfera a até aproximadamente 80 quilômetros acima do nível do mar. É a faixa mais fria, porque nela não há nuvens nem gases capazes de absorver a energia do Sol. A temperatura varia de -5°C a -95°C .

IV. O efeito estufa é um fenômeno natural que mantém o planeta aquecido nos limites de temperaturas necessárias para a manutenção da vida. Nos últimos dois séculos, vem aumentando, na camada atmosférica que recobre a Terra, a concentração de dióxido de carbono, do metano, do óxido nitroso e de outros gases. Esse aumento anormal provoca a aceleração do aquecimento global.

Estão corretas:

- a) I e II, apenas.
- b) I, II e III, apenas.
- c) II, III e IV, apenas.
- d) I, III e IV, apenas. (item II errado, a camada de ozônio pertence estratosfera)
- e) I, II, III e IV

02. [UNIFEI [s.d.]] - A maior parte dos fenômenos meteorológicos, como, as chuvas, os ventos e os deslocamentos de massas de ar, ocorre na:

- a) Estratosfera
- b) Troposfera
- c) Mesosfera
- d) Termosfera

Encerrar a aula observando se o uso de simulador ajudou na compreensão do conteúdo e responder as questões.

2.5 - Aula 06 - Termodinâmica/Termologia

No Quadro 2.16 está apresentado o Plano de Aula da aula 06 da sequência didática apresentada no Quadro 1.1.

Quadro 2.16 – Descrição do Plano de Aula da aula 06.

<p>Dados de identificação da Instituição Concedente</p> <p>Nome da escola _____</p> <p>Série _____</p> <p>Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos). Período: _____</p> <p>Conteúdo - Termodinâmica – Temperatura (Lei zero da Termodinâmica), Calor, Estado Físico da água</p> <p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none">– Conceituar temperatura (Lei Zero da Termodinâmica), calor, equilíbrio térmico.- Compreender as mudanças de estado físico da água.- Relacionar tais conceitos com a habitabilidade em um Planeta. <p>Recursos - Quadro de giz (ou textos em apresentação), simuladores e livro didático.</p>
--

Metodologia:

1º momento - Leitura do texto sobre calor, temperatura e as mudanças de estado físico da água presentes no livro didático, ou utilizando o texto disposto no desenvolvimento desta aula.

2º momento - Explanar sobre os conteúdos: a Lei Zero da Termodinâmica e Escalas Termométricas.

3º momento: Atividades com o uso de simuladores: *Física na Escola*

<<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt> > e PhET (Universidade de Colorado - <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>).

Avaliação - A avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 06

Até o momento os conceitos de temperatura, calor, pressão, volume apareceram nas aulas abordadas. Assim, nesta aula direcionou-se a trabalhar com o conceito de temperatura, os instrumentos de medidas e transformação de unidades, para introduzir a Lei Zero da Termodinâmica.

➤ **Lei Zero da Termodinâmica**

Primeiramente abordar as Escalas de Temperaturas em três principais unidades - usar o simulador “escalas de temperatura” disponível no site: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_teplotni_stupnice&l=pt Varie as escalas na vertical, indicado na Figura 2.9 com as setas vermelhas, clicando sobre o “botão” lateral, mantendo apertado o botão do “mouse”, e variando para cima e para baixo, veja o valor equivalente nas três unidades termométricas (Figura 2.9 (a)); faça o mesmo depois na horizontal (Figura 2.9 (b)) movimente para a esquerda e para a direita. Vejam que podem mostrar quanto vale o zero grau Celsius⁵ nas escalas em Kelvin⁶ e em grau Fahrenheit⁷ (Figura 2.9 (c)). E,

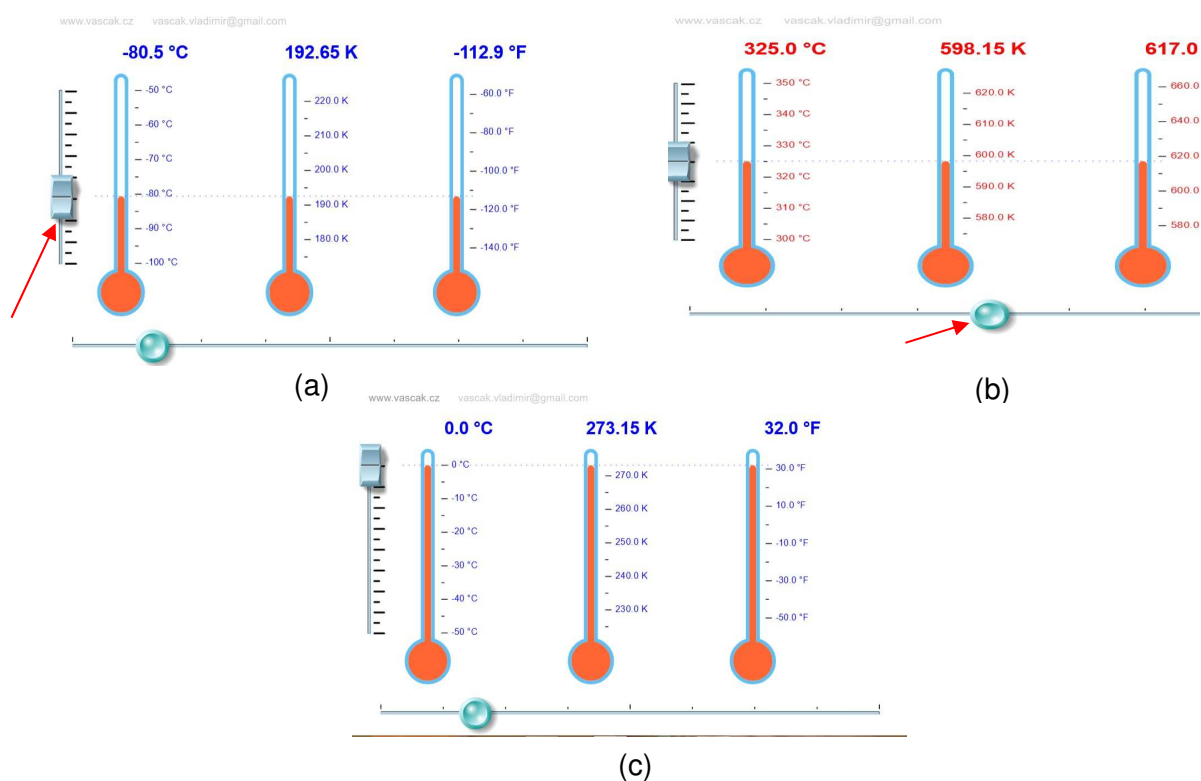
⁵ Em 1742 o astrônomo e físico Anders Celsius criou a escala Celsius, usou o ponto de fusão da água como 0°C e o ponto de ebulição 100°C.

⁶ A escala Kelvin, proposta pelo Lord Kelvin, foi baseada na agitação molecular, considerando que a 0 K, não há agitação, chamado de zero absoluto;

⁷ Já a escala Fahrenheit é foi proposta pelo físico alemão Daniel Gabriel Fahrenheit, em que considerou o 0°F à mistura de água líquida, gelo e cloreto de amônia, e a 32°F à mistura gelo e água, tendo um terceiro ponto de 96°F a temperatura do corpo humano;

se mover o botão da vertical é possível mostrar quanto vale o zero absoluto (0 K) na escala Celsius e Fahrenheit.

Figura 2.9 – Cópia da tela do Simulador de escalas de temperatura, graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Kelvin (K) e graus Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).



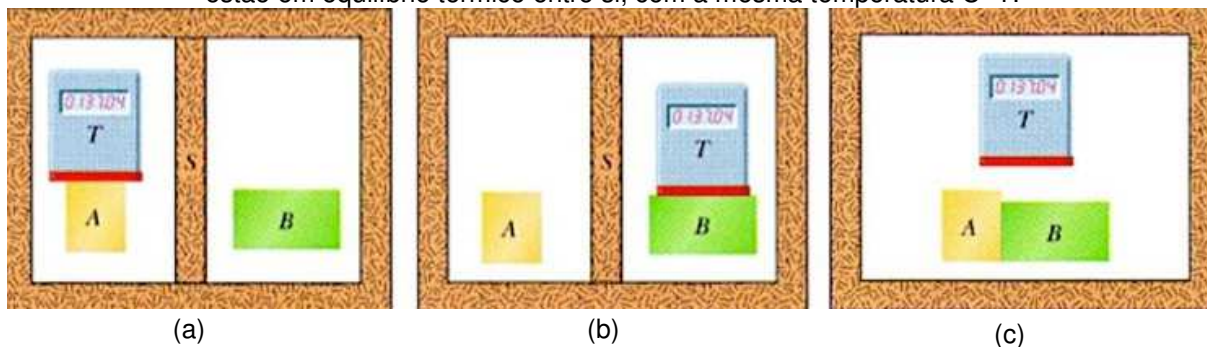
Fonte: *Vladimir Vascak*, Simulador Física na escola, disponível no site: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_teplotni_stupnice&l=pt>. Acesso em: 21 set. 2021.

Na sequência, reforçar que o conceito de temperatura, calor e equilíbrio térmico, está ligado diretamente com a **lei zero da termodinâmica**⁸: “Se dois corpos A e B estão em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C (o termômetro), eles também estarão em equilíbrio térmico entre si.” (HALLIDAY e RESNICK, 2016, p.415). Na Figura 2.10, reproduz a descrição dessa Lei. Sendo o terceiro corpo o termômetro⁹.

⁸ Essa lei foi denominada de Lei Zero, por já terem sido enunciadas a Primeira e a Segunda Leis da Termodinâmica, e ela possui conceitos anteriores a da primeira lei. Essa denominação foi dada pelo Físico inglês Ralph H. Fowler (1889-1944) em meados do século XX. Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_zero_da_termodin%C3%A2mica>. Acesso em: 20 set. 2023.

⁹ O primeiro termômetro foi inventado por Galileu Galilei em 1593 em Florença na Itália.

Figura 2.10 - Desenho ilustrando a Lei Zero da Termodinâmica: Em um sistema isolado termicamente, (a) o corpo A em equilíbrio térmico com o corpo C=T, isolado de B, e (b) o corpo B também em equilíbrio térmico com B,=T isolado de A então (c) pode-se afirmar que o corpo A e B estão em equilíbrio térmico entre si, com a mesma temperatura C=T.



Fonte: Halliday e Resnick 2016, p.416.

Sugestão - Nesse ponto pode-se trabalhar com as equações de transformação das escalas termométrica (Eqs. (2.1)) e comparar com o resultado fornecido pelo simulador.

$$T_{\text{C}} = \frac{5}{9}(T_{\text{F}} - 32) \quad \text{ou} \quad T_{\text{F}} = 1,8 T_{\text{C}} + 32 \quad (2.1(a))$$

$$T_{\text{K}} = T_{\text{C}} + 273,15 \quad \text{ou} \quad T_{\text{C}} = T_{\text{K}} - 273,15 \quad (2.1(b))$$

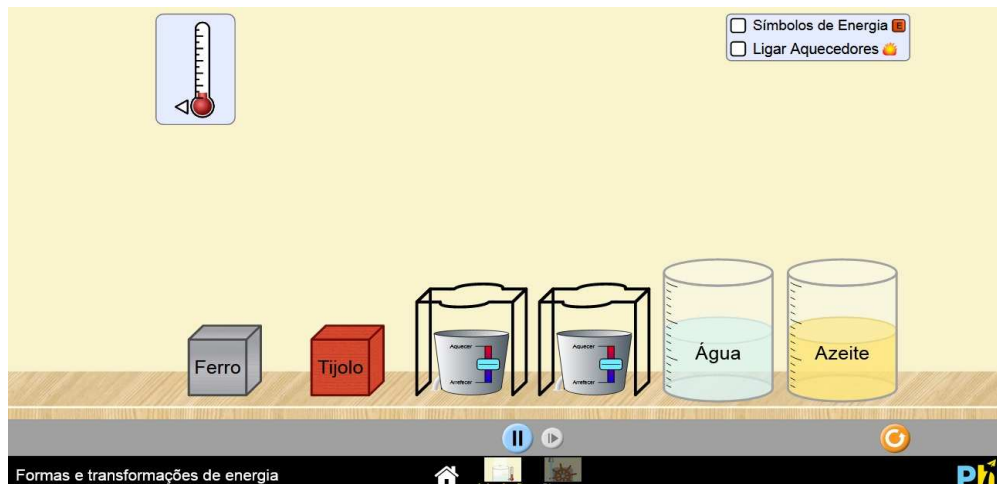
Observação – A menor temperatura que se pode existir é aquela em que a agitação térmica das moléculas seria nula, ou seja, as moléculas estariam em repouso. A essa temperatura, denominada de **zero absoluto**, em 1848, Lord Kelvin (William Thompson) estabeleceu uma escala absoluta. Tal que o zero absoluto dado por zero Kelvin $0 K$ equivale a $273,15^{\circ}\text{C}$, $273,15 K$ ao ponto de fusão da água 0°C e $373,15 K$ a 100°C (ponto de ebulição da água). (RAMALHO *et al.*, 1976).

➤ Calor e Energia

Calor (Q) é energia térmica que transita de um corpo de maior temperatura para uma de menor temperatura de forma espontânea. Quando acaba a transição o calor deixa de existir, e se diz que os corpos estão em equilíbrio térmico.

Para trabalhar com o conceito de calor use o simulador de uso livre “formas e transformações de energia” disponível pela *Colorado University* o *Physics Education Technology* (PhET): <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/energy-forms-and-changes>>. A página inicial do simulador “formas e transformações de energia” é a apresentada na Figura 2.11.

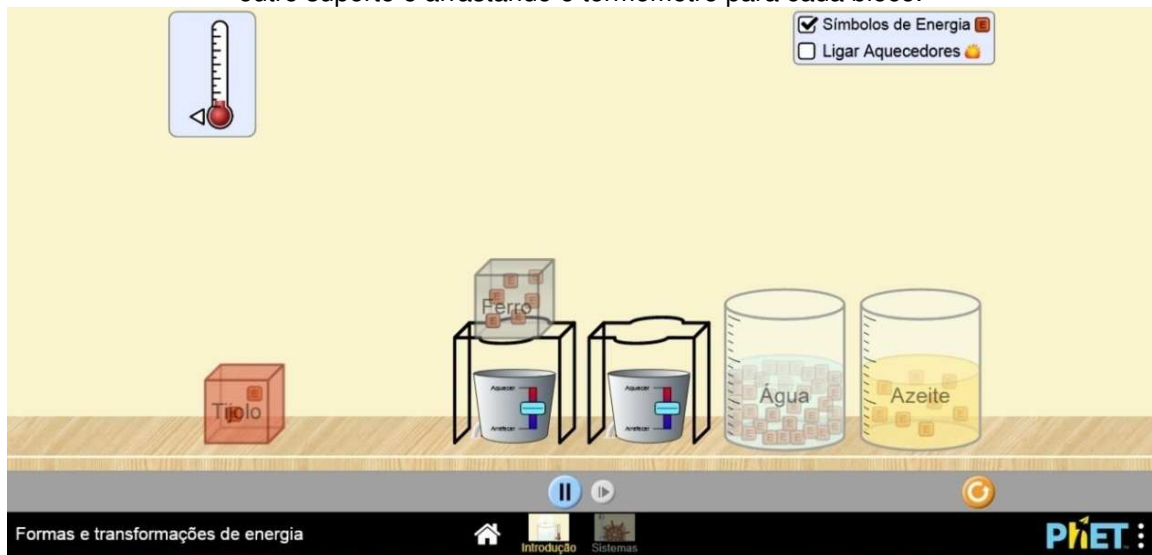
Figura 2.11 - Cópia da tela do simulador PhET da primeira página do simulador “formas e transformações de energia”.



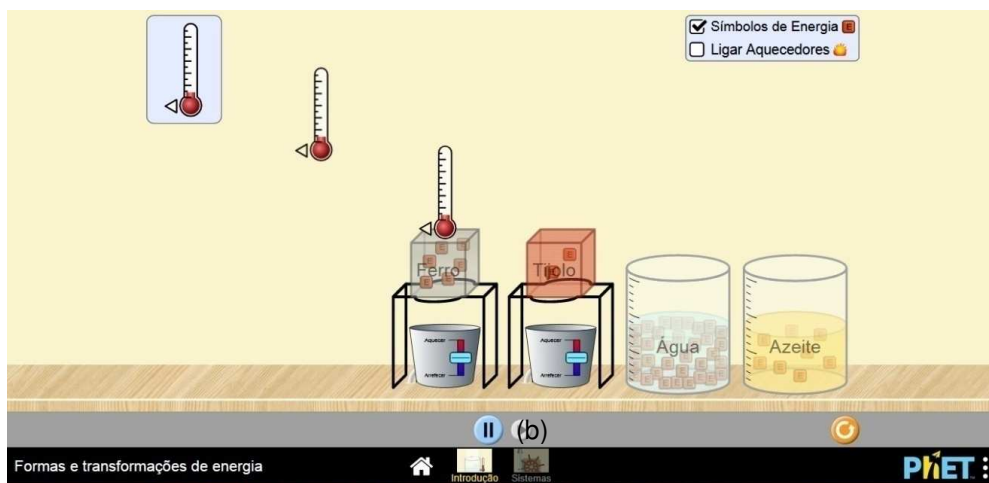
Fonte: <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/energy-forms-and-changes>>. Acesso em: 23 set. 2021.

Esse simulador demonstra que o calor transita do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Para isso, primeiro arraste o bloco de ferro para cima do suporte, conforme indicado na Figura 2.12.(a) e em (b) coloque um “tijolo” (material feito de barro tipo argila) sobre o outro suporte, e arraste um termômetro com o *mouse* sobre cada material.

Figura 2.12 - Cópia da tela do PhET Formas e Transformações de Energia. Indicando (a) o bloco de Ferro sobre o suporte e assinalado os símbolos de energia, e em (b) o bloco de tijolo em cima de outro suporte e arrastando o termômetro para cada bloco.



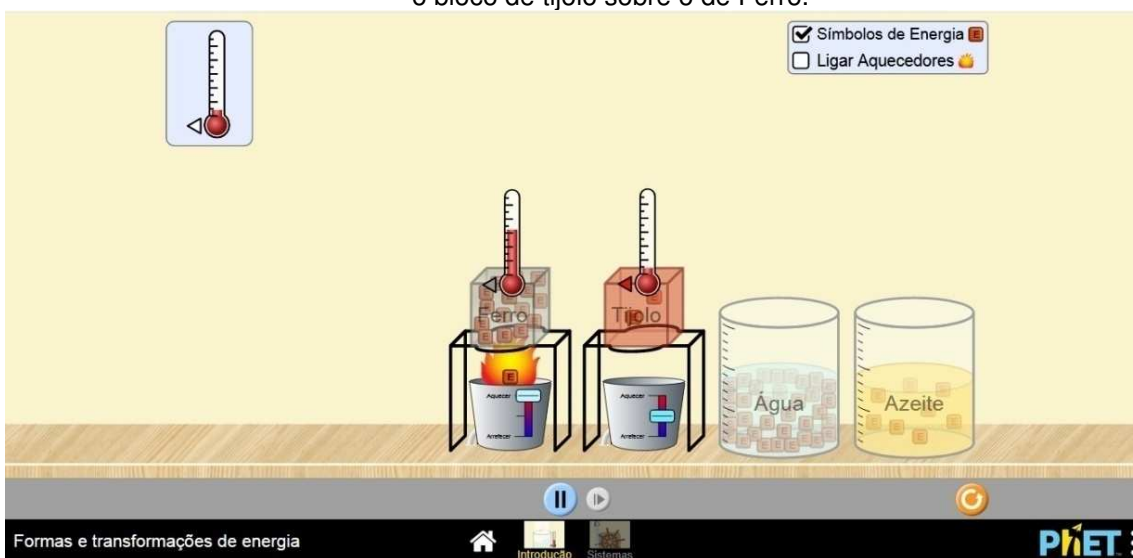
(a)



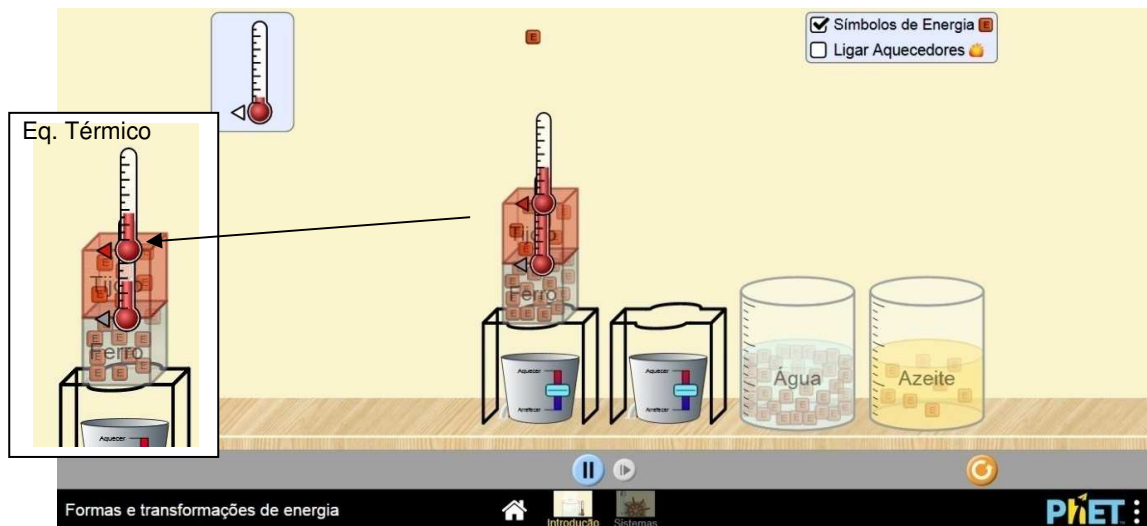
Fonte: <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/energy-forms-and-changes>>. Acesso em: 23 set. 2021.

Após colocar um termômetro sobre cada bloco, aqueça o bloco de ferro, deslocando para cima o botão, aparecerá a imagem da chama. Mantenha segurando e observe a elevação da temperatura no termômetro (Figura 2.13 (a)). Desloque rapidamente o bloco de tijolo sobre o bloco de Ferro, e observe os termômetros, verá que o calor transita do corpo de maior temperatura, no caso o bloco de ferro que foi aquecido, para o de tijolo que não foi aquecido, até atingir o equilíbrio térmico (Figura 2.13 (b)).

Figura 2.13 - Cópia da tela do PhET Formas e Transformações de Energia. Indicando (a) o bloco de Ferro sobre o suporte e simulando o seu aquecimento, e em (b) o equilíbrio térmico quando se coloca o bloco de tijolo sobre o de Ferro.



(a)



(b)

Fonte: <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/energy-forms-and-changes>>. Acesso em: 23 set. 2021.

Sugestão: retire os blocos de cima dos suportes e coloque o béquer com água e outro com óleo, os termômetros, e aqueça os dois simultaneamente para isso assinale “ligar aquecedores”. Observe qual a temperatura eleva mais rapidamente. Depois aqueça novamente coloque um termômetro sobre um dos blocos e mergulhe sobre um dos béqueres, veja o que acontece com a temperatura.

Discussões:

- O que você entendeu sobre a diferença entre calor e temperatura?
- Qual a relação entre os conceitos apresentados e o vídeo do *Big Bang*?
- Como os conceitos vistos influenciam na Vida de um planeta?
- E, em relação ao segundo vídeo?

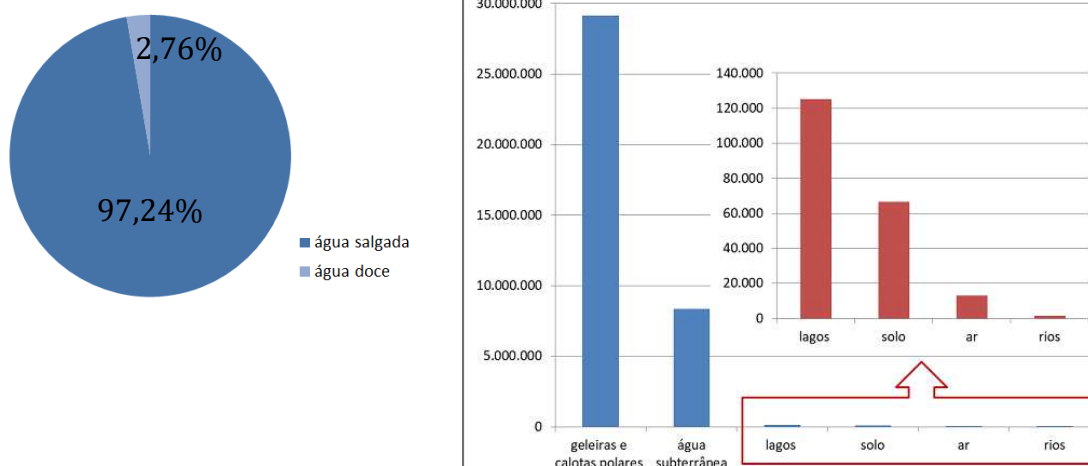
Como dito, a água é outro elemento essencial para a Vida e Manutenção de Vida no Planeta, portanto o próximo item é sobre a água e seus estados físicos em relação aos aspectos termodinâmicos explorados no ensino médio e fundamental.

➤ Estados Físicos da Água

A água é o elemento mais abundante no nosso planeta. De um total de $1.358.099.876 \text{ km}^3$ de água no Planeta Terra 97,24% é de água salgada (oceanos e mares) e 2,76% de água doce (geleiras, calotas polares, lagos lençóis freáticos, atmosfera, rios e solo) (Figura 2.14(a)). Em relação a distribuição da água doce a

maior parte está nas geleiras, calotas polares e lençóis freáticos conforme Figura 2.14 (b). (Khan Academy, [s.d.]).

Figura 2.14 –(a) gráfico da porcentagem de água salgada e doce, e (b) distribuição de água doce, no Planeta Terra.



Fonte: <<https://pt.khanacademy.org/science/5-ano/materia-e-energia-a-gua-na-terra/a-gua-na-terra/a/distribuicao-da-gua-na-terra>>. Acesso em: 04 maio 2023.

O processo de transformar água salgada em água doce, é o explorado no experimento do dessalinizador/destilador solar (Experimento 2). Os alunos irão compreender que a água dos mares e oceanos evapora, e o que evapora é água doce. Na Figura 2.15 apresenta-se o ciclo da água.

Figura 2.15 – Ilustração do Ciclo da água.



Fonte: M. Evans/USGS-USA Gov - <<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>> apud wikipedia 2016. Acesso em: 30 mar.2023.

De acordo com a Figura 2.15, a água está em forma líquida (rios), geleiras (sólido), e na atmosfera (gasoso), então vemos sobre esses três estados físico e a à sua mudança de fase.

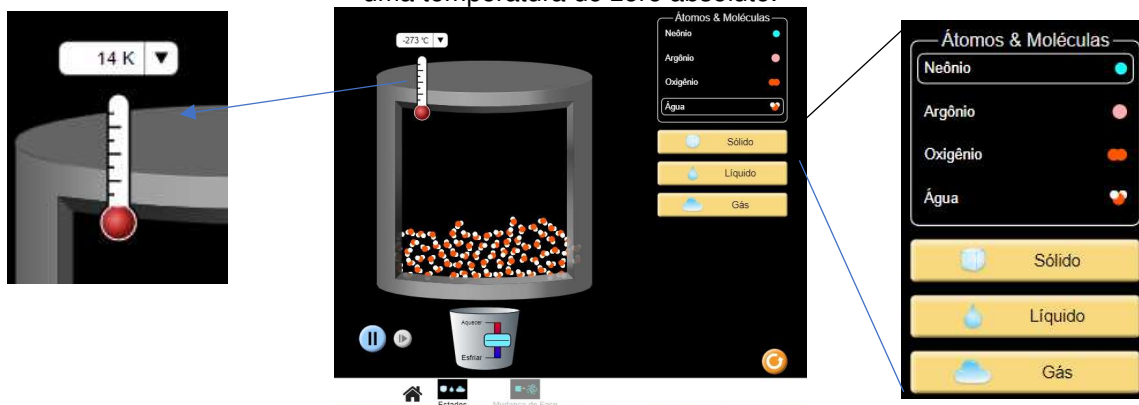
A água possui três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. O que influencia na transformação de um estado para o outro são as variáveis termodinâmicas como a pressão e a temperatura. Segundo os autores, do Val, Domingues e Matencio: *fase é a parte do sistema de composição e propriedades físicas uniformes. Essa definição inclui os estados físicos da matéria: líquido, gasoso ou sólido.* (do VAL, DOMINGUES e MATENCIO, 2013, p.45).

Portanto, neste texto, serão referidos como fases da matéria, os estados, sólido, líquido e gasoso da água. Diferença entre cada fase (RAMALHO *et al.*, 1977):

- **Gasosa:** alto grau de liberdade de movimentação das moléculas, a energia cinética depende da temperatura. A substância não possui nem forma e nem volumes definidos.
- **Líquida:** o grau de liberdade é menor do que a fase gasosa, a energia cinética depende da temperatura. A sua forma é definida pelo recipiente que a envolve e seu volume pela quantidade de substância envolvida;
- **Sólida:** o grau de liberdade de movimentação é bem menor do que nas outras fases, dependendo da temperatura. Além disso as moléculas possuem regularidades na sua disposição em um arranjo denominado de retículo cristalino, tal que a forma e volume são bem definidas.

Essas três fases podem ser vistas no simulador do PhET, Figura 2.16, disponível no site: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html>.

Figura 2.16 - Cópia da tela do PhET – “Estados da Matéria”. Análise para a água na fase líquida a uma temperatura do zero absoluto.



Fonte: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html>. Acesso em: 24 set.2021.

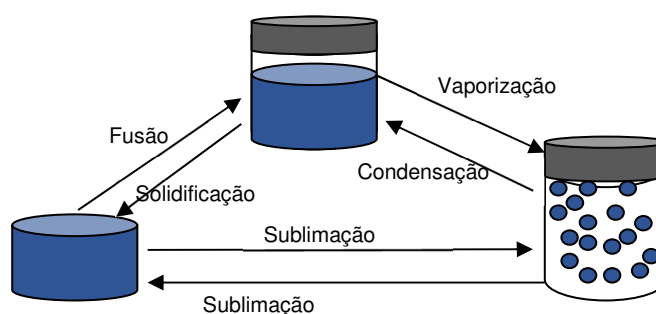
Procedimento:

- Escolha básico na parte inferior;
- Escolha na lateral direita a opção “água” (quadro em destaque `direita).
- Clique sobre a fase que se quer analisar, sólido, líquido ou gás (gasoso);
- Varie a temperatura, ou colocando “gelo” ou a chama em contato com o recipiente, para isso eleve o cursor e aparecerá um desenho de chama;
- Observe a variação da temperatura. Clicando sobre a seta no leitor da temperatura acima do termômetro é possível ver a temperatura em Kelvin e em °C, assim é possível ver a temperatura inicial e o final após o aquecimento para cada fase. Anote o que observou. Por exemplo, antes de encostar a chama para a fase sólida da água a temperatura inicial é de 146 K ou -127°C e após o aquecimento aumenta até 766 K ou 493°C . Repita para os demais estados.

• TRANSIÇÃO de FASES

Na Figura 2.17 apresenta-se a mudança de fase de uma substância e a nomenclatura para cada mudança (RAMALHO *et al.*, 1977)

Figura 2.17 – Nomenclatura dada para cada mudança de fase. Ilustrada para a água.



Fonte: H. Mukai, 2021. Adaptada da referência Ramalho *et al.*, 1977, p.173.

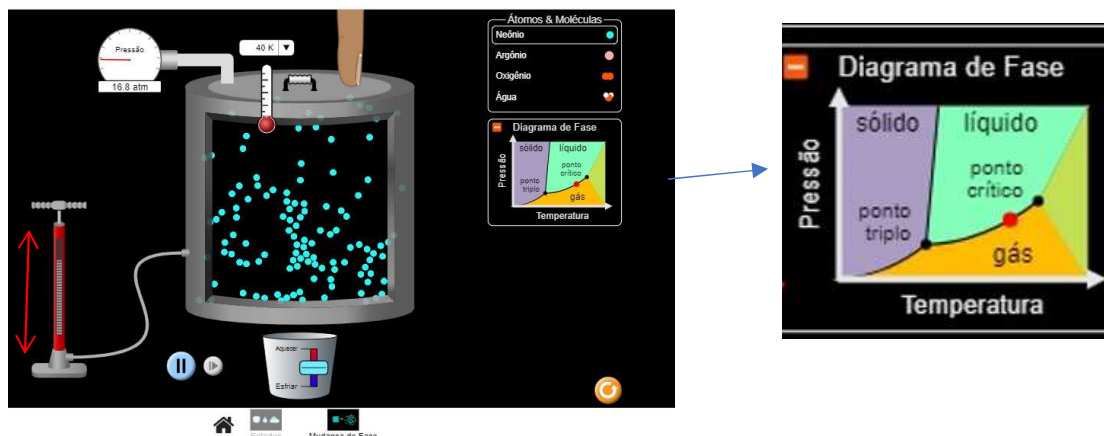
As temperaturas de fusão (ponto de equilíbrio, a pressão constante, entre as fases sólido-líquido), e ebulição para a água são, 0°C e 100°C , respectivamente.

Usando o mesmo simulador do PhET, para apresentar a transição de fase (Figura 2.18). Escolha a opção “Mudança de Fase” na parte inferior; selecione água. E clique em diagrama de fase;

Para inserir mais moléculas ao sistema use a bomba, elevando e abaixando a para superior, usando o *mouse*, para isso, coloque o cursor sobre a parte superior, aperte o *mouse* com o botão esquerdo e faça o movimento de subir e descer;

Altere a temperatura do sistema e acompanhe no diagrama de fases por meio de uma bolinha vermelha qual ponto está, em destaque na Figura 2.18.

Figura 2.18 - Cópia da tela do PhET – Mudança de fase.

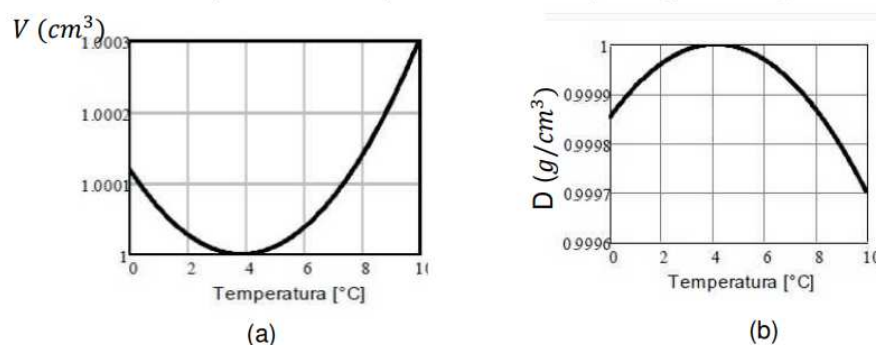


Fonte: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html>. Acesso em: 24 set. 2021.

Observar no gráfico de transição de fase que a água possui um ponto triplo, o ponto onde as três fases coexistem a mesma pressão¹⁰ (4,58 mmHg) e temperatura. (0,01°C). Na figura à direita do diagrama de fases no simulador (Figura 2.18), do zero até o ponto triplo equivale ao processo de sublimação (curva que separa as fases sólido e vapor), a curva da fusão é a que separa as fases sólido e líquido, e a curva da vaporização a que separa as fases líquido e vapor, conforme anteriormente ilustrada na Figura 2.17;

A água possui uma anomalia: a 4°C o seu volume atinge um ponto de mínimo, conforme ilustrados nos gráficos da Figura 2.19.

Figura 2.19 - Esboço do comportamento de gráficos (a) Volume versus temperatura e em (b) da densidade versus temperatura, do comportamento anômalo para 1 grama de água.

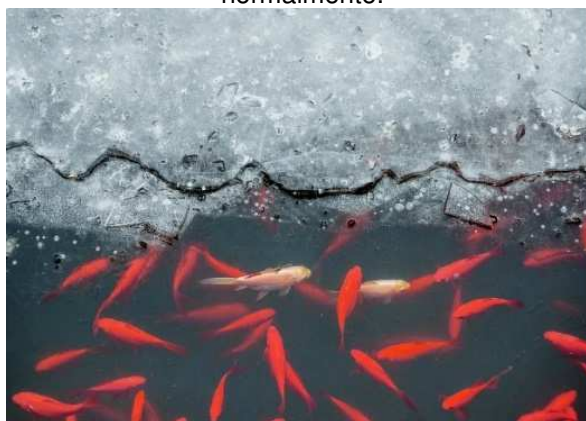


Fonte: <<https://www.estudavest.com.br/questoes/?id=46245>>. Acesso em: 10 mar.2023.

¹⁰ 1 mmHg = 133,322 Pa. Pascal (Pa) = Newton/metro², ou seja, no SI $Pa = \frac{N}{m^2}$.

Logo, a sua **densidade** atinge um ponto de **máximo** ($\cong 1\text{g/cm}^3$), e entre 0°C e 4°C a sua densidade é menor do que acima de 4°C o que faz com que o gelo flutue por ter uma densidade menor do que a água. É assim que os peixes sobrevivem na época do inverno em locais onde neva, na parte superior o lago forma uma camada de gelo que torna um isolante térmico e impede que o restante da água congele, como ilustrada na Figura 2.20.

Figura 2.20– Imagem fotográfica da água congelada na superfície e abaixo peixes nadando normalmente.



Fonte: <<https://www.tempo.com/noticias/ciencia/como-os-peixes-sobrevivem-em-lagos-congelados-biologia.html>> . Acesso em: 04 abr. 2023.

Pois é, o gelo é isolante térmico, como as moradias feitas de blocos de gelo, os iglus. Além disso, no processo de congelamento, nessa temperatura a água se expande (pois o volume aumenta) e devido a essa expansão, muitos danos são causados no inverno com o rompimento de canos, por exemplo, de sistemas de aquecimentos solares.

Sugestão: trabalhar algumas das **equações da termodinâmica** (HALLIDAY e RESNICK, 2016; RAMALHO *et al.*, 1977). Segue o texto para explorar esse conteúdo.

Associada à definição de calor está a de Capacidade Térmica (C), que é o quanto de calor é necessário fornecer a um corpo para elevar a sua temperatura de uma unidade não importa o sistema de unidades. Matematicamente é expresso como

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}. \quad (2.2)$$

Sua unidade é dada por cal/K ou cal/ $^\circ\text{C}$; ou no SI, J/K ou J/ $^\circ\text{C}$; no sistema gaussiano. ergs/K. ergs/ $^\circ\text{C}$. Além do conceito de calor específico (c) que é a capacidade térmica por massa:

$$c = \frac{C}{m}. \quad (2.3)$$

Sua unidade é dada por cal/gK ou $cal/g^{\circ}C$; ou no SI, J/KgK ou $J/Kg^{\circ}C$; no sistema gaussiano. $ergs/gK$ e $ergs/g^{\circ}C$.

Portanto, a equação do calor para sólidos e líquidos é dada por:

$$Q = mc\Delta T. \quad (2.4)$$

E para gases, considerando n o número de moles, dada por:

$$Q = nc_V\Delta T, \text{ para processos a volume constante;}$$

$$Q = nc_P\Delta T, \text{ para processos a pressão constante;}$$

Esses são os denominados de calor sensível. Ainda envolvendo o calor há o calor existente em uma mudança de fase,

$$L = \frac{Q}{m}, \quad (2.5)$$

como por exemplo o calor latente de vaporização da água é $540 cal/g$, ou $\frac{2,260kJ}{kg}$. O que significa que a $100^{\circ}C$ são necessários $540 cal$ ou $2260 J$ ($1 cal = 4,186 J$) para evaporar $1 g$ de água. E, não é necessário atingir essa temperatura, quando se aquece um ambiente a água evapora como apareceu na Figura 2.6 na parte inferior à direita da imagem o calor latente, e ao seu lado o calor sensível. Esse processo faz parte do ciclo da natureza (Figura 2.15).

Após anotar o que é necessário reforçar, referente às aulas 5 e 6, abrir via *Google* sala de aula (tanto presencial quanto remoto), um espaço para esclarecimentos, antes da próxima aula que irá tratar de energia e suas formas.

2.6 - Aula 7 - ENERGIA e suas Formas

No Quadro 2.17 está apresentado o Plano de Aula da aula 07 da sequência didática apresentada no Quadro 2.17.

Quadro 2.17 – Descrição do Plano de Aula da aula 07.

Dados de identificação da Instituição Concedente

Nome da escola _____

Série _____

Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos).

Período: _____

Conteúdo – Termodinâmica – Energia Interna

Objetivos – Compreender os principais aspectos sobre o conceito de Energia no âmbito da Termodinâmica, sabendo relacionar com a primeira lei da Termodinâmica.

Recursos - Folhas impressas com textos sobre energia e suas formas, ou um arquivo disponibilizado pelo Google sala de aula. Simuladores computacionais via *datashow* ou TV multimídia ou *google* sala de aula e computador.

Metodologia:

1º momento - Leitura do Texto 3 - Energia e suas formas

2º momento - Explanar o conceito de trabalho e energia, presentes na Primeira Lei da Termodinâmica e sua associação com o Princípio da conservação de energia.

3º momento - Atividade com o uso de simulador PhET (Universidade de Colorado - <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>).

Avaliação - A avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 07

Para direcionar o trabalho a outro elemento primordial, o Sol, para a existência e manutenção de vida no planeta Terra, iniciar essa aula com o conceito de energia na Física e algumas de suas possíveis formas, realizando a leitura do Texto 3 (Quadro 2.18).

Quadro 2.18 – Texto 3 – Energia e suas formas.

Texto 3- Energia e suas formas

Não há uma definição exata para **energia**, e podemos dizer que ela está associada à capacidade de produção de ação e/ou movimento e manifesta-se de muitas formas diferentes, como movimento de corpos, calor, eletricidade etc. Por isso, ela está relacionada com a capacidade de realizar trabalho. (FEYNMAN, 2008).

No caso da Mecânica surge a definição de energia cinética e energia potencial, relacionadas ao conceito de energia mecânica. Em Eletrodinâmica tem-se a energia potencial elétrica, e na Termodinâmica, a energia térmica.

Na Mecânica quando somente forças conservativas atuam em um sistema temos o conceito de conservação de energia mecânica e o trabalho independe da trajetória, bem como o trabalho total realizado pelo corpo é nulo.

Na Termodinâmica o trabalho depende da trajetória, pois resulta do processo realizado, e está associado à **primeira lei da termodinâmica**, sendo uma versão do princípio da conservação da energia para os sistemas termodinâmicos:

$$\Delta Q - \Delta W = \Delta E_{int} . \quad (1)$$

Em que ΔQ variação do calor, ΔW a variação do trabalho, a energia interna (E_{int}) depende somente da temperatura e dos pontos iniciais e finais do processo termodinâmico envolvido.

A maioria dos sistemas da natureza sempre há a presença de forças dissipativas, e nesse caso continua sendo válido uma Lei mais geral a da conservação de energia total (HALLIDAY e RESNICK, 1983):

$$\sum W_{fnc} = \sum \Delta E_{pot} + \Delta E_{cin} + E_{int} , \quad (2)$$

em que: W_{fnc} trabalho realizado por forças não conservativas, E_{pot} energia potencial, E_{cin} é a energia cinética e E_{int} a energia interna. A equação (2) pode ser escrita como:

$$\sum \Delta E_{pot} + \Delta E_{cin} + E_{int} + \sum \left(\begin{array}{l} \text{da variação de outras} \\ \text{formas de energia} \end{array} \right) = 0. \quad (3)$$

Conforme citado pelos autores: [...] a energia total.....- não varia. A energia pode transformar-se de uma espécie a outra, e que não pode ser criada ou destruída; a energia total é constante. (HALLIDAY e RESNICK, 1983, p. 158).

A lei é chamada de conservação da energia. Nela enuncia-se que existe uma certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas múltiplas modificações pelas quais a natureza passa. Essa é uma ideia muito abstrata, por que é um princípio matemático; ela diz que existe uma quantidade numérica que não muda quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou algo concreto; é apenas um estranho fato de que podemos calcular algum número e, quando terminamos de observar a natureza fazer seus truques e calculamos o número novamente, ele é o mesmo. (FEYNMAN, 2008, cap. 4 - p.1).

Energias renováveis e não renováveis

Os tipos de energia provenientes de fontes finitas (fontes de energia que terão um fim) são denominados de **energias não renováveis**. Esse é o caso da energia gerada a partir dos combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão. Já a energia gerada a partir de fontes que possuem capacidade de reposição natural são denominadas de energias renováveis ou limpas. Esse é o caso da energia proveniente da luz do Sol e da energia oriunda da força dos ventos (energia eólica).

A energia também pode se manifestar em diferentes formas, como por exemplo:

Energia térmica: está associada à energia cinética das moléculas que compõem um elemento. A manifestação do calor só ocorrerá caso exista essa energia em trânsito por uma diferença de temperatura entre dois corpos de forma espontânea do maior para o menor

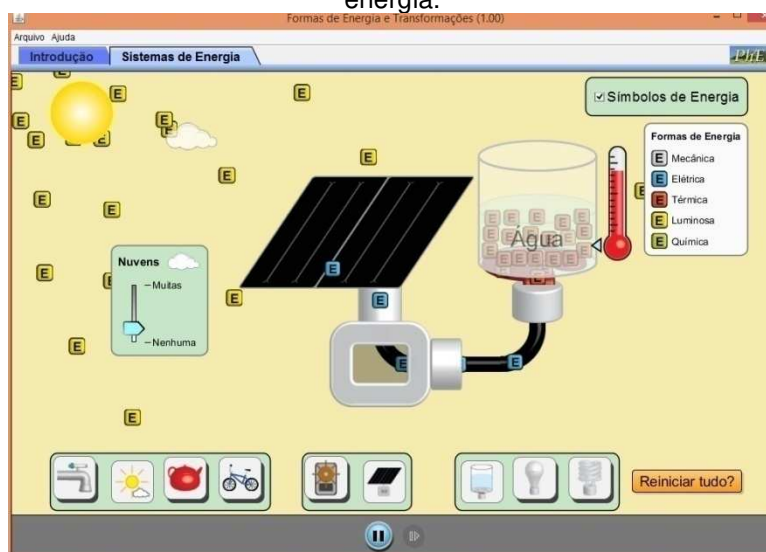
Energia química: é a energia liberada ou formada a partir de reações químicas, como a energia produzida por pilhas e baterias.

Energia solar: é a energia proveniente da luz do Sol. Essa forma de energia pode ser aproveitada na geração de energia elétrica por meio de placas fotovoltaicas, por exemplo.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Apresentado as formas de energia, utilizar o simulador do PhET: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes> para demonstrar a transformação de energia, como escolha colocando o Sol como fonte e uma placa de fotovoltaica como apresentado na Figura 2.21.

Figura 2.21 – Cópia da tela do simulador PhET “formas de energia e transformações” – sistemas de energia.



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>. Acesso em: 25 set. 2021.

Ao entrar na página inicial clique sobre “sistemas”.

Na parte inferior da tela estão as imagens: à esquerda escolha a do Sol, na do meio a placa fotovoltaica e na direita sobre o recipiente com água, para fazer essa escolha posicione o *mouse* sobre a imagem e clique sobre ela.

Selecione na parte superior a direita em “Símbolos de energia”. E poderá acompanhar qual tipo de energia está sendo transformada, para isso identifique pelas cores e descrição ao contido no quadro superior a direita. Nesse caso é possível

observar a transformação de energia luminosa (radiação solar) incidindo na placa fotovoltaica, transformando em energia elétrica, e essa se transformando em energia térmica aquecendo a água que pode ser observado com a elevação da temperatura no termômetro.

O que acontece se colocar nuvens? Quanto mais nuvens menor a incidência de energia luminosa (radiação solar) na placa diminuindo a quantidade de energia elétrica transformada em energia térmica e a água no final irá demorar mais a ser aquecida. Para essa verificação eleve o cursor onde está nenhuma nuvem para mais nuvem à esquerda do painel fotovoltaico e continue observando o que ocorre conforme acrescenta mais nuvens.

Encerrar a aula deixando os alunos alterar no simulador os outros tipos de fontes, receptor e o que a energia gerada produz no final, de acordo com o processo de transformação de energia escolhido por eles.

2.7 - Aula 08 - Formas de Propagação de Calor

No Quadro 2.19 está apresentado o Plano desta Aula. Como foi visto na Figura 2.6 a radiação solar é importante e uma das formas com que sua energia se transfere é denominada de calor por irradiação ou radiação, que faz parte de uma das três formas das denominadas de “propagação” de calor. Há também o calor por condução, e por convecção.

Quadro 2.19 – Descrição do Plano de Aula da aula 08.

Dados de identificação da Instituição Concedente

Nome da escola _____

Série _____

Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos).

Período: _____

Conteúdo – Termodinâmica – Formas de Propagação de Calor

Conceitos – Condução, Convecção, Radiação

Objetivos – Diferenciar as formas de “propagação de calor”.

Recursos - Folhas impressas com textos sobre as formas de “propagação de calor”, ou um arquivo disponibilizado pelo Google sala de aula. Simuladores computacionais via *datashow* ou TV multimídia ou *google sala de aula*. E celular (*smartphone*) para o *quiz*.

Metodologia:

1º momento -Leitura do Texto 4 sobre as formas de “propagação de calor”.

2º momento - Atividade com o uso do aplicativo Kahoot® (<<https://kahoot.com/>>)

3º momento - Atividades com o uso de simuladores: *Física na Escola*

<<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>>.

Avaliação - Ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 08

Iniciar a aula com a leitura compartilhada pelos alunos do Texto 4 (Quadro 2.20). Este texto foi dividido em três partes, após cada parte utiliza-se um simulador do Física na Escola (*Physics at School*) para explicação de cada processo de transmissão de calor.

Quadro 2.20 – Texto 4 – “Formas de Propagação de Calor” – Fluxo de calor e Condução.

Texto 4 - Formas de “Propagação de Calor”

Baseado em: Ramalho *et al.* (1977 e 2016)

Como visto na aula 6, o calor é definido como energia em transição que ocorre de forma espontânea de um corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Nenhum corpo pode ter calor, pois a partir do momento em que cesse a transição de energia, já não é mais calor. O que está no corpo depois de terminada a transição é a energia interna do próprio corpo.

Esta energia em trânsito tem um sentido único: é sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Assim, se em um dia frio você coloca suas mãos em um metal com temperatura menor que a temperatura de sua mão, a sensação de frio que você sente é seu corpo perdendo energia, que está sendo transferida para o metal. Do mesmo modo, quando queimamos a mão, o objeto tocado perde energia, “esfriando”, e esta energia é transferida para a mão, “esquentando-a”.

O **fluxo de calor** ϕ através de uma superfície de área A é dada por (RAMALHO *et al.*, 1977):

$$\phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t}, \quad (1)$$

em que, ΔQ é a quantidade de calor que atravessa a área A no intervalo de tempo Δt . Sua unidade é dada por *cal/s*; ou *kcal/s*, bem como Watts, $W = J/s$, visto que calor é energia em trânsito de forma espontânea.

A “propagação de calor” ocorre de três modos: condução, convecção e radiação. Apresenta-se cada uma delas.

Condução

A transferência de calor ocorre por meio da agitação molecular/átomos, em um corpo ou entre mais corpos, quando estão em contato. Nesse processo, há um choque das moléculas/átomos mais energéticas com as menos energéticas, na vizinhança, transferindo energia cinética. Ex.: A panela de metal da sua casa. O fogo está só embaixo, e a panela toda aquece.

O processo de condução necessita de um meio material para ocorrer, portanto não ocorre no vácuo. E lembrando que é **a energia que se propaga** e não o meio material. Ainda no exemplo da panela, caso o cabo seja de metal, verá que após um tempo não só a panela é aquecida, e o cabo também, por isso normalmente os cabos são cobertos com algum material de baixa condutividade térmica.

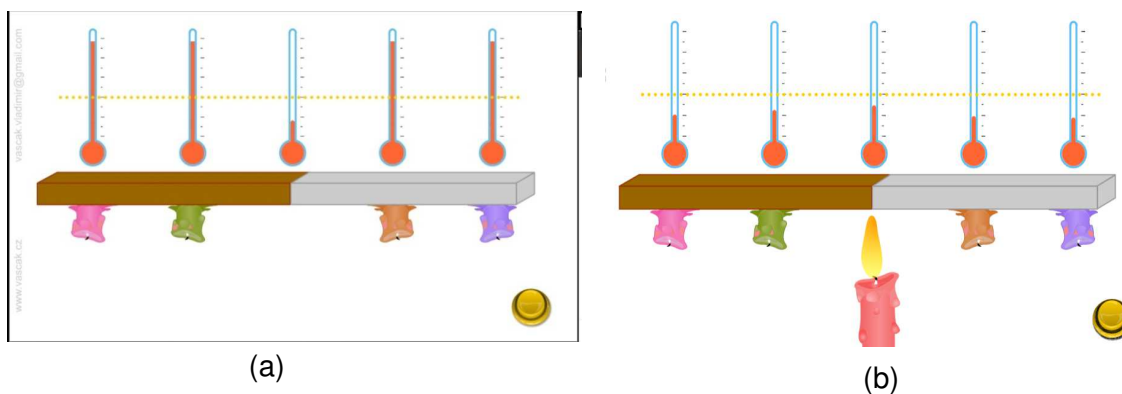
Continua.....

Fonte: elaborado pelas autoras, 2021.

Por meio do simulador proposto por Vladimir Vascak no site: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_vedeni_energie&l=pt, é possível demonstrar de forma lúdica o processo de condução de calor aos alunos.

Ao acessar o *link* apareça uma imagem igual a apresentada na Figura 2.22 (a). Ao clicar o botão amarelo com o *mouse* aparecerá uma simulação de uma chama Figura 2.22 (b) e o calor sendo conduzido ao longo da barra.

Figura 2.22 – Cópia da tela do simulador do Física na Escola – condução.



Fonte: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_vedeni_energie&l=pt. Acesso em: 25 set. 2021.

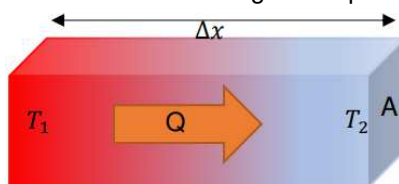
Pode ser observado que conforme o calor se propaga ao longo da barra, por meio da temperatura variando nos termômetros e que cada imagem de vela vai desgrudando da barra e caindo na superfície virtual, indicando a dependência no material com que a barra é feita. As velas grudadas à esquerda da chama caem primeiro, indicando que o material à esquerda tem uma condutividade térmica maior que o material à direita da vela.

Continuar a leitura do Texto 4 (Quadro 2.21), explorando a Lei de Fourier, condutividade térmica de materiais e o processo de transferência de calor denominado de Convecção.

Quadro 2.21 – continuação Texto 4 – “Formas de Propagação de Calor” – Lei de Fourier e Convecção.

O processo de transferência de calor por condução ocorre pela difusão que é o transporte de energia provocado por um gradiente de temperatura (Figura 1).

Figura 1 - Ilustração de um processo de difusão homogênea e linear do calor, da temperatura T_1 a T_2 , $T_1 > T_2$, em um material de largura Δx por uma área A .



Fonte: H. Mukai adaptado de Ramalho *et al.*, 1977.

Quando em regime estacionário, conforme apresentado por Ramalho *et al.*, 1977: [...] fluxo de calor por condução num material homogêneo é diretamente proporcional à área da seção transversal atravessada e à diferença de temperatura entre os extremos e inversamente proporcional à espessura da camada considerada. (RAMALHO *et al.*, 1977, p. 106), Conhecida como Lei de Fourier:

$$\phi = -K \frac{A\Delta T}{e}, \quad (2)$$

em que K é positivo e denominada de constante de condutividade térmica e depende da natureza do material (Tabela 1), e a espessura da camada do material com área de seção transversal A , e a ΔT variação de temperatura (no caso negativo por $T_2 < T_1$ conforme indicado na Figura 1).

Tabela 1 – Valores de condutividade térmica de alguns materiais.

Materiais	$K \left(\frac{\text{cal}}{\text{s cm } ^\circ\text{C}} \right)$
Alumínio	0,99
Ferro	0,16
Água	$1,4 \times 10^{-4}$
Lã	$8,6 \times 10^{-5}$
Ar-seco	$6,1 \times 10^{-5}$

Fonte: adaptado de Ramalho *et al.*, 1977.

Conforme se observa na Tabela 1, é possível compreender algumas situações do cotidiano, como por exemplo: uma panela de ferro demora mais para aquecer do que a de alumínio. A lã por ter uma baixa condutividade térmica torna-se um isolante de perda de calor, por isso quando se usa uma blusa, ela mantém o calor gerado pelo corpo e nos sentimos aquecidos, e não é que a blusa aquece. O mesmo ocorre com cobertores, eles nos mantem aquecidos, são bons isolantes térmicos e não fontes de calor.

Sugestão – Colocar um problema envolvendo o assunto e a equação (2) e os dados da Tabela 1 - Considerando uma blusa de lã de malha fechada com 0,5 cm de espessura, quantas calorías são transmitidas por metro quadrado durante uma hora, considerando que a pele da pessoa está a 34°C e o ambiente a 0°C? (adaptado de (RAMALHO *et al.*, 1977).

$$\phi = K \frac{A\Delta T}{e} = 8,6 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{cal}}{\text{s cm}^\circ\text{C}} \right) \frac{(1 \times 10^4 \text{cm}^2) (34 - 0)(^\circ\text{C})}{0,5 \text{cm}} = 58,48 \frac{\text{cal}}{\text{s}} = 244,8 \text{ J/s}$$

Em que foi considerado que $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$. Em uma hora, a quantidade de calor transmitida Q em uma hora é de 21.052,80 cal ou 88.127,02 J. Para comparar vamos supor que se coloque uma folha de alumínio com a mesma espessura e temperatura de contato: $340.000 \frac{\text{cal}}{\text{s}}$, ou $1224 \times 10^6 \text{ cal}$ a cada hora.

Conveccão

No caso da conveccão ocorre TRANSPORTE DE MATÉRIA no processo de transporte da energia térmica entre regiões. Portanto é um fenômeno que só ocorre em fluidos como, líquidos, gases e vapores.

Nesses casos, o movimento de suas massas troca de posição até que o sistema entre em equilíbrio térmico com o ambiente. E essa movimentação ocorre pela diferença de densidade que surge devido ao aquecimento ou resfriamento do fluido em questão.

A temperatura é inversamente proporcional a densidade de massa. Logo, quanto mais quente menor a densidade e essa quantidade de massa se posiciona numa região superior

em relação à massa de menor temperatura que desce por estar com uma maior densidade, recebendo calor sobe, e assim continua o ciclo, formando a corrente de convecção no caso de líquidos ou gases.

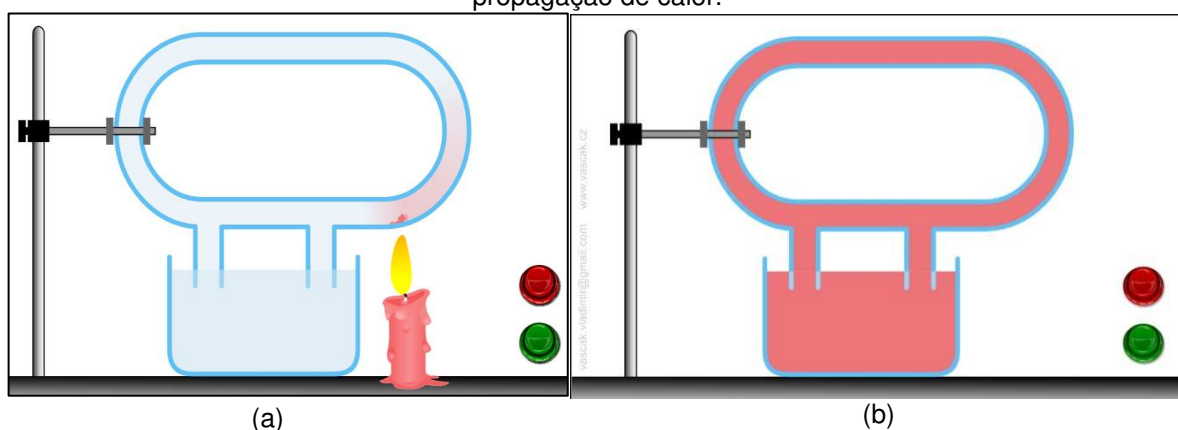
Para observar esse processo, coloque um pouco de pó de serra em um recipiente transparente que possa ir ao fogo e observe a formação dessa corrente de convecção. (RAMALHO *et al.*, 1977).

Continua.....

Fonte: elaborado pelas autoras, 2021.

Utilizar o simulador proposto por Vladimir Vascak, Figura 2.23, no site: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_proudeni_energie&l=pt>, para explorar o processo de condutividade por convecção.

Figura 2.23 – Cópia da tela do simulador do: Física na Escola – convecção (a) início e (b) final da propagação de calor.



Fonte: Vladimir Vascak, <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_proudeni_energie&l=pt>. Acesso em: 25 set. 2021.

Observar neste simulador que o calor sobe (ponto de maior temperatura) e somente depois preenche a parte inferior (menor temperatura). **A explicação é como exposto no texto:** “quanto mais quente menor a densidade e essa quantidade de massa se posiciona numa região superior em relação à massa de menor temperatura que desce por estar com uma maior densidade, recebendo calor sobe, e assim continua o ciclo, formando a corrente de convecção no caso de líquidos ou gases”.

O processo de convecção não ocorre em sólidos e nem no vácuo, pois precisa de um meio material fluido (líquidos e gases). No Quadro 2.22, está a continuação do Texto 4, e inicia com exemplos do cotidiano sobre o processo de convecção, e depois é exposto sobre o processo de Irradiação.

Quadro 2.22 – continuação do Texto 4 “formas de propagação de calor” – parte final.

Exemplos de aplicações de consequências do cotidiano (baseado na referência Ramalho *et al.* (1977)):

Churrasqueira – Os gases aquecidos resultantes da combustão (fumaça) sobem (caso não tenha vento) e ao redor da chama do carvão cria-se uma região de baixa pressão que suga o ar externo que mantém a combustão. Esse efeito é visto mais claramente quando há uma chaminé, uma vez que é possível observar a fumaça saindo na parte superior.

Radiador de automóveis – O processo de convecção ocorre na água do radiador, que quando quente sobe e a fria desce, e isso evita do motor aquecer. Alguns possuem uma bomba d'água para forçar o processo de convecção.

Refrigerador – o fluido na tubulação quando quente sobe e quando resfria desce. Por isso o congelador está situado na parte superior da geladeira.

Ar condicionado ou Split – ambos são instalados em um ambiente na parte superior, mais perto do teto.

Refrigeração de bebidas – para refrigerar bebidas em caixas térmicas o ideal é colocar o gelo na parte superior. Normalmente é visto em barril de chope em que o gelo é colocado sobre ele.

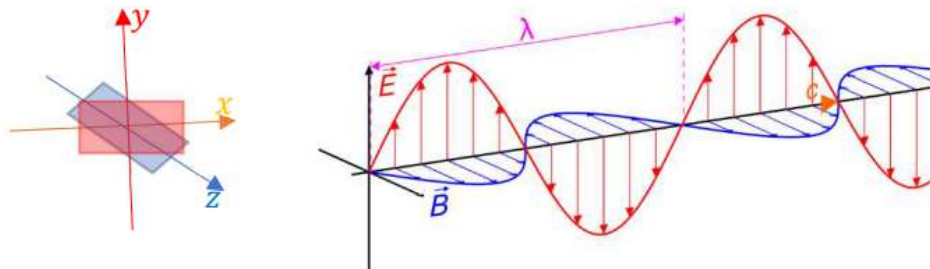
Sugestão – colocar imagens sobre cada situação e solicitar que os alunos expliquem como ocorre o processo de convecção. Posteriormente a resposta dos alunos, discutir cada situação e esclarecer o processo.

Irradiação

Irradiar significa emitir a partir de um ponto, propagar, espalhar. Assim, **ao processo** de emissão, propagação e espalhamento de um conjunto ou de uma radiação é denominado de irradiação. No processo de irradiação térmica só ocorre transporte de energia, não necessitando de um meio material para se propagar, portanto podem se propagar no vácuo.

A luz que o Sol emite é uma onda eletromagnética, em que a onda provinda de um campo elétrico propaga perpendicularmente a uma onda provinda de um campo magnético, a equação que a descreve é a composição destas duas ondas. As ondas de cada campo se propagam perpendiculares entre si, e ambas perpendiculares a direção de propagação (Figura 2).

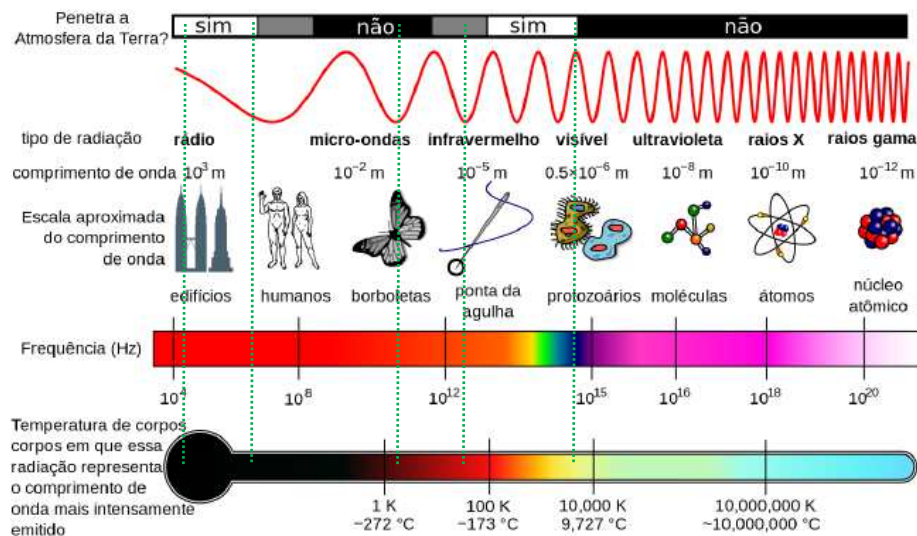
Figura 2 – Representação esquemática da propagação de uma onda eletromagnética, em que λ é o comprimento de onda, \vec{E} o campo elétrico perpendicular, plano (x, y) , ao campo magnético \vec{B} , plano (x, z) , e ambos perpendiculares a direção de propagação (x) com velocidade $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.



Fonte: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vlna&l=es>. Acesso em: 22 fev. 2023.

Na Figura 3, pode-se observar os comprimentos de onda das radiações que a onda eletromagnética transporta. Cada cor está associada a um comprimento de onda. A frequência é dada por $f = c/\lambda$.

Figura 3 - Imagem ilustrativa das faixas dos comprimentos de onda das radiações de uma onda eletromagnética, inclusive a faixa da luz visível. E as faixas que penetram na atmosfera.



Fonte: Villate, 2016, ondas eletromagnéticas e luz. Disponível em: <<https://def.fe.up.pt/electricidade/ondas.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2021.

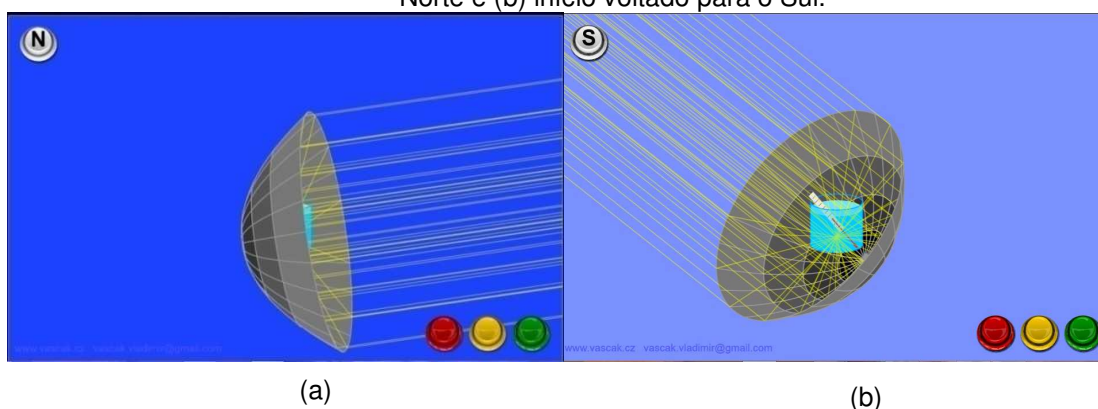
A transferência de calor ocorre por meio dessas ondas eletromagnéticas que se propagam no vácuo, predominando a **radiação infravermelha** como a que transmite calor. Desta forma, não necessita de um meio para ocorrer, podendo estar os corpos separados. Todo corpo com temperatura maior que 0 K (zero Kelvin, o zero absoluto) pode emitir radiação, mesmo que imperceptível. Ex.: Raios de Sol que aquecem a Terra.

Fonte: elaborado pelas autoras, 2021.

Utilizar o simulador disponível no “Física na Escola” (escolher a versão em Português de Portugal, é só clicar sobre a bandeira: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_zareni_energie&l=pt>).

Conforme Figura 2.24, escolha, N – norte ou S – sul e acompanhar o que ocorre com a temperatura no interior da antena dentro de um *Becker* com água e um termômetro, a antena irá girar e verifique os raios do Sol (radiação solar) conforme a antena gira.

Figura 2.24– Cópia da tela do simulador do: Física na Escola – Radiação (a) início voltado para o Norte e (b) início voltado para o Sul.

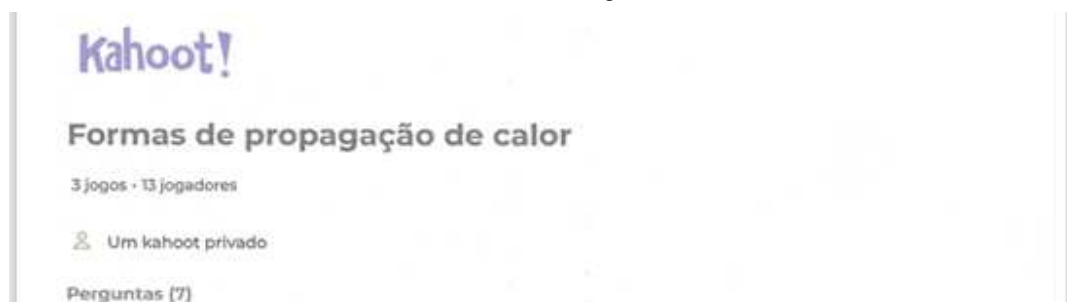


Fonte: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_zareni_energie&l=pt>. Acesso: 25 set. 2021.

Após anotar o que se observou, reforçar o conteúdo abrindo um espaço para esclarecimentos, antes da próxima aula. Fechamento por meio de um Quiz por meio do *Kahoot* (Figura 2.25).

Para elaborar um Quiz no *Kahoot* pode ser utilizado o formato gratuito no próprio site que explica como: <<https://support.kahoot.com/hc/pt-br/articles/115002884788-Como-criar-kahoots-e-perguntas>>.

Figura 2.25 – Cópia de tela do Quiz elaborado por Ferreira (2023), autora do presente trabalho utilizando a versão gratuita do Kahoot.



1 - Quiz

Quais são as formas de propagação de calor?

60 seg.

- condução, convecção e propagação ✗
- condução, convecção e radiação ✓
- propagação, radiação e convecção ✗
- condução, radiação e fusão ✗

2 - Quiz

O processo de condução de calor necessita de um meio material para ocorrer, portanto não ocorre no vácuo.

60 seg.

- verdadeiro ✓
- falso ✗

3 - Quiz

O cobertor de lã que usamos nas noites frias tem a função de:

60 seg.

- facilitar que o frio se afaste do nosso corpo ✗
- nos aquecer pois é uma fonte de calor ✗
- dificultar a transmissão de calor do nosso corpo para o ambiente ✓
- dificultar que o frio chegue ao nosso corpo ✗

4 - Quiz

A convecção é um fenômeno que só ocorre em fluidos como, líquidos, gases e vapores.

60 seg.

- verdadeiro ✓
- falso ✗

5 - Quiz

O calor do Sol chega ao planeta Terra por meio do processo chamado:

60 seg.

- condução ✗
- propagação ✗
- convecção ✗
- irradiação ✓

6 - Quiz

O aparelho de ar condicionado deve ser instalado em um ambiente na parte superior, mais perto do teto.

60 seg.

- verdadeiro ✓
- falso ✗

O Texto 5 (Quadro 2.23). é baseado em sua grande parte ao publicado por Rosimar Gouveia, em Característica do Sol, no site: <https://www.todamateria.com.br/caracteristicas-do-sol/>, que será indicado para os alunos terem acesso ao conteúdo.

Quadro 2.23 – Texto 5 - Energia Solar - Sol e suas Características.

Texto 5 – Energia Solar - Sol e suas Características

Fontes: GOUVEIA, [s.d.], no site: <https://www.todamateria.com.br/caracteristicas-do-sol/>, e ZUCCO (2012).

O Sol é uma estrela anã amarela e sua idade é de cerca de 4,6 bilhões de anos. Estima-se que levará em torno de 6,5 bilhões de anos até se transformar em uma anã branca, para quem quiser ler mais sobre o assunto sugerimos o trabalho de conclusão de curso de Zucco (2012), disponível no site: <<http://site.dfi.uem.br/wp-content/uploads/2016/12/JAQUELINE-ACOSTA-ZUCCO>>.pdf.

Características do Sol

No interior do Sol são produzidas enormes quantidades de energia, por meio de reações de fusão do hidrogênio em hélio. Essa intensa energia é a nossa fonte de luz e calor e sem ela não existiria vida na Terra.

Figura 1 – Desenho ilustrativo do sistema solar, apresentando o Sol no centro e os planetas a sua volta.



Fonte: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sol> > Acesso: 22 jan. 2021.

Conhecendo o Sol

A superfície do Sol tem uma temperatura de $5,5 \times 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$ e aumenta em direção ao núcleo onde atinge cerca de $15 \times 10^6 \text{ }^\circ\text{C}$; A sua intensidade de campo gravitacional é 0,06% ao da Terra e a aceleração gravitacional é de $273,42 \text{ m/s}^2$. O período de rotação no equador é de 25 dias terrestres e nos polos aumenta para 36 dias. Ele está distante da Terra cerca de $149,6 \times 10^6 \text{ Km}$ o que equivale a 1 unidade astronômica (UA).

O Sol é tão grande que caberiam dentro dele $1,3 \times 10^6$ de planetas do tamanho da Terra. As interações entre o Sol e a Terra produzem as estações do ano, o tempo, o clima e as correntes oceânicas terrestres, bem como todos os fenômenos semelhantes que ocorrem nos demais corpos celestes do Sistema Solar. Ele não possui uma superfície sólida, é formada por gases. **A luz solar demora cerca de 8,3 min. para chegar a Terra.** Para esse cálculo basta dividir a distância Terra-Sol pela velocidade da luz.

Composição e estrutura

A massa do Sol corresponde a 99,8% da massa do nosso sistema solar. Ele é formado por gases, sendo que em número de partículas, a sua composição corresponde a 71% de Hidrogênio e 27% de Hélio. O Sol apresenta seis regiões, Figura 2:

Núcleo – Nessa região é o local onde ocorre a produção de ENERGIA SOLAR, e é a parte mais quente e com maior quantidade de massa do Sol. Tem cerca de $139 \times 10^3 Km$ de diâmetro.

Zona de radiação - a propagação da energia do núcleo ocorre por radiação.

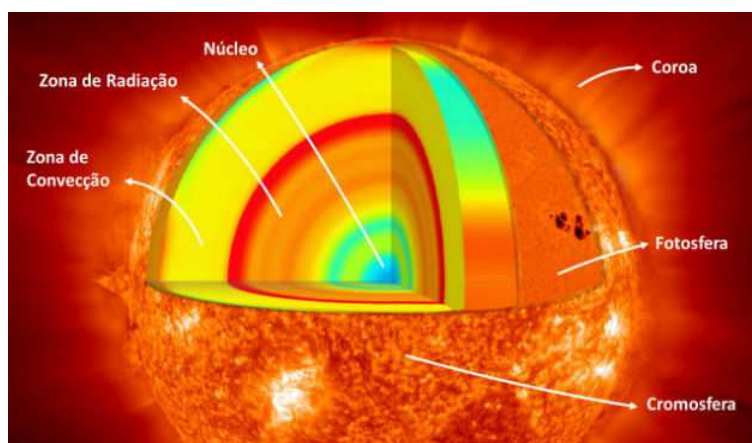
Zona de convecção – parte do Sol onde ocorrem as correntes de convecção de calor. Essas correntes levam a energia para a parte externa da superfície solar.

Fotosfera - é a parte visível a Terra.

Cromosfera - é a parte onde ocorre a transição entre a fotosfera e a coroa do Sol.

Coroa – formada por plasma, é a parte luminosa do Sol e a temperatura atinge $2 \times 10^6°C$.

Figura 2 - Imagem ilustrativa da estrutura do Sol e suas regiões.



Fonte: <<https://www.todamateria.com.br>>. Astronomia. Acesso em: 18 jan. 2021.

Explosões Solares

As reações de fusão termonucleares que ocorrem no interior do Sol produzem uma enorme quantidade de energia. Essa energia é levada para fora pela zona de convecção. Esse escape ocorre com a explosão de gigantes bolhas de plasma quente compostas por

átomos ionizados que se movem para cima. Na fotosfera, que é composta por cerca de 500 quilômetros de espessura, é de onde se escapa a maior parte da **radiação** do Sol.

As atividades solares ocorrem em ciclos de aproximadamente 11 anos. Elas acontecem em virtude da mudança de polaridade dos seus polos geográficos. Nos períodos de maior atividade solar ocorrem tempestades solares (manchas solares, erupções solares e ejeções de massa coronal), que liberam uma enorme quantidade de energia e partículas. O efeito da tempestade solar pode ser visto no vídeo “tempestade solar em 1 agosto 2010” - *Solar Storm on August 1, 2010.ogv* disponível em: no site do Wikipédia (<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Sol>>) em manchas solares.

Futuro do Sol

Na Figura 3 está representada o ciclo de vida do Sol, indicando no ponto atual e para qual direção a leva. O futuro do Sol será transformar em uma anã branca (ZUCCO, 2012).

Figura 3 – Desenho ilustrativo representando o ciclo de vida do Sol.



Fonte: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Sol>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

Sol e a Vida na Terra

Como apresentado até o momento, o Sol é o centro do Sistema Solar. À sua volta giram os planetas e entre eles a Terra. O que faz com que na Terra exista vida e nos outros não? A sua composição e equilíbrio desta composição é a indicação mais provável. E qual o papel do Sol neste cenário?

O Sol nos fornece diretamente dois tipos de energia, a térmica (radiação infravermelha) e a luminosa conforme foi apresentado na Figura 3 do Texto 4. Em relação a energia térmica, o primeiro ponto a se refletir é o que ocorreria com a água do nosso planeta caso não existisse a energia solar? A água não estaria no seu estado líquido e sim no sólido. A Terra seria um planeta de gelo, pois o Sol fornece energia suficiente para que a água se mantenha no estado líquido, sendo vital para a vida neste planeta. Ao que se refere a energia luminosa, ela é necessária para que os seres autótrofos realizem a fotossíntese, fornecendo oxigênio e glicose, imprescindível para a manutenção da vida na Terra.

Fonte: elaborado pelas autoras, 2021.

Após a leitura do texto e discussões com os alunos, para o fechamento da aula, pode-se explorar a importância da luz solar do ponto de vista biológico. Nesse sentido, ela é necessária para que os seres autótrofos realizem a fotossíntese, fornecendo oxigênio e glicose, imprescindível para a manutenção da vida na Terra. Além disso, precisamos da luz solar para ativar a absorção de vitamina D nos ossos. Pois conforme explica o Prof. Maurício S. Batista do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP):

“As células da nossa pele têm moléculas que foram selecionadas na evolução biológica para sentir a luz, temos muitos pigmentos na pele que absorvem luz. Os fótons (partículas da luz) em si não são mutagênicos, não fazem nada, a não ser que sejam absorvidos – aí eles participam de reações fotoquímicas, gerando moléculas em estados excitados, que reagem quimicamente com outras moléculas”, Fonte: BATISTA, [s.d.] <https://redoxoma.iq.usp.br/noticias.php/como-funcionam-as-moleculas-que-fazem-nossa-pele-sentir-a-luz-solar>

2.9 - Aula 10 - Experimento 3 - Carrinho “movido” a Energia Solar

Dando continuidade a importância da luz solar e transformação de energia para seu uso como energia limpa, contribuindo para não aumentar o efeito estufa e conseqüentemente o aquecimento global, é proposto nesta aula que os alunos realizem a montagem de um carrinho previamente testado e desmontado para que compreendam o processo de transformação de energia térmica em elétrica e dessa em mecânica realizando trabalho. Para isso o usuário do presente texto deverá adquirir as peças e montar o seu próprio carrinho “movido” a energia solar com o uso de uma placa fotovoltaica. O Plano desta aula é a apresentada no Quadro 2.24.

Quadro 2.24 – Descrição do Plano de Aula da aula 10.

Dados de identificação da Instituição Concedente	
Nome da escola _____	
Série _____	
Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos).	Período: _____
Conteúdo - Termodinâmica	
Objetivos:	
- Promover a interação dos estudantes em atividades práticas de maneira individual e coletiva, por meio da construção de carrinho “movido” a energia solar;	

- Observar e compreender a importância da energia solar para a manutenção da vida na Terra.

Recursos - Folhas impressas com instruções para a montagem do experimento e materiais para a sua construção.

Metodologia:

1º momento - Montagem do carrinho “movido” a energia solar pelo professor.

2º momento: - Apresentação do funcionamento do experimento.

3º momento - Conclusão do experimento por escrito seguindo os passos do procedimento científico apresentado na Aula 02.

Avaliação - A avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 10

Com o auxílio do texto do Experimento 3, Quadro 2.25, explicar os materiais envolvidos, objetivos, metodologia e procedimentos do que os alunos farão na aula. Para a compreensão de seu funcionamento sugerimos o vídeo: “Como funciona um carro movido a energia solar?” Youtube, 2020. 1 vídeo (10min43s). Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=uTu2pelrM3k>>. E para auxílio na construção a referência: carrinho solar – projeto social solares, 2018, disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/robo-carrinho-solar>>.

Quadro 2.25 – Texto sobre o Experimento 3 – Carrinho “movido” a energia solar

Experimento 3 – Carrinho “movido” a energia solar

Materiais Utilizados:

2 rodinhas de carrinho de brinquedo, com o eixo.

1 rodinha de carrinho de brinquedo solta.

1 Palito de sorvete.

1 cartão de crédito não utilizável.

1 Motor DC (5,9 V)

1 Placa fotovoltaica (11 x 6 cm, 6 V).

Pistola de cola quente

Super cola

Tesoura

Régua

Objetivos - Observar a transformação de energia solar em energia cinética.

Metodologia - Os alunos observarão a montagem do carrinho “movido” a energia solar pelo professor.

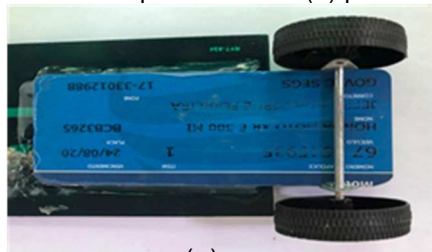
Procedimentos:

- a) Cortar o cartão de crédito com 3,5 cm de largura.
- b) Colar com super cola os dois encaixes do eixo no cartão (aproximadamente a 1 cm de distância da ponta).
- c) Passar o eixo pelos encaixes e colocar as rodinhas.
- d) Centralizar o cartão em uma das extremidades da parte inferior da placa fotovoltaica.
- e) Colar com cola quente o cartão de modo que as rodinhas fiquem próximas à placa.
- f) Cortar o palito de sorvete com 8 cm de comprimento.
- g) Colar com cola quente o motor na ponta do palito de sorvete e encaixar a rodinha solta no motor.
- h) Colar o palito com o motor na outra extremidade da parte inferior da placa fotovoltaica, de modo que a rodinha fique no centro e próxima à placa.
- i) Soldar os fios do motor na placa, positivo com positivo e negativo com negativo.
- j) O carrinho está pronto.

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Na Figura 2.26 apresentam-se as partes do carrinho e o produto final construído por uma das autoras (Profa. Marisa Sayuri Fukuhara Ferreira) do presente trabalho e usada na aplicação do presente PE em duas turmas, uma no ano de 2021 e outra no ano de 2022 (FERREIRA, 2023).

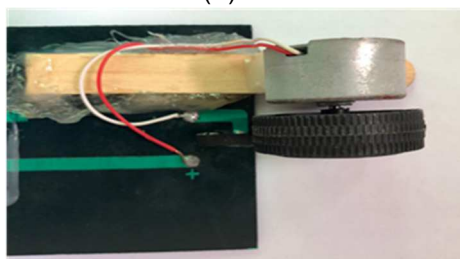
Figura 2.26 – Imagem fotográfica do experimento carrinho “movido” a energia solar – (a) placa fotovoltaica com o cartão e as rodinhas. (b) palito de sorvete com o motor DC e a rodinha. (c) placa fotovoltaica com o palito colado. (d) parte inferior do carrinho pronto e em (e) o carrinho pronto.



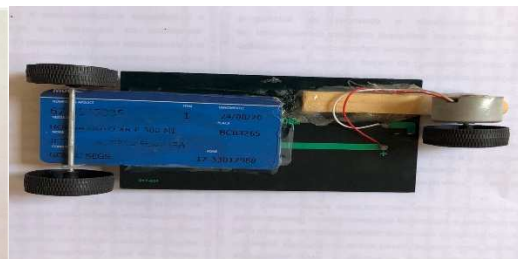
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Fonte: arquivos de M. S. F. Ferreira, 2021.

Levar os alunos para um espaço maior para testar o carrinho em local ensolarado, e solicitar que preencham o roteiro de coleta de dados que será utilizado como o relatório apresentado no Quadro 2.26. Utilizar o movimento do carrinho para relembrar a parte da mecânica sobre movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado. Para isso os alunos devem demarcar uma distância e anotar o tempo que o carrinho leva para percorrer cada distância a partir da origem, para confeccionar um gráfico posição por tempo.

Quadro 2.26 – Roteiro de coleta de dados a ser utilizado como relatório no Experimento 3 – carrinho “movido” a energia solar.

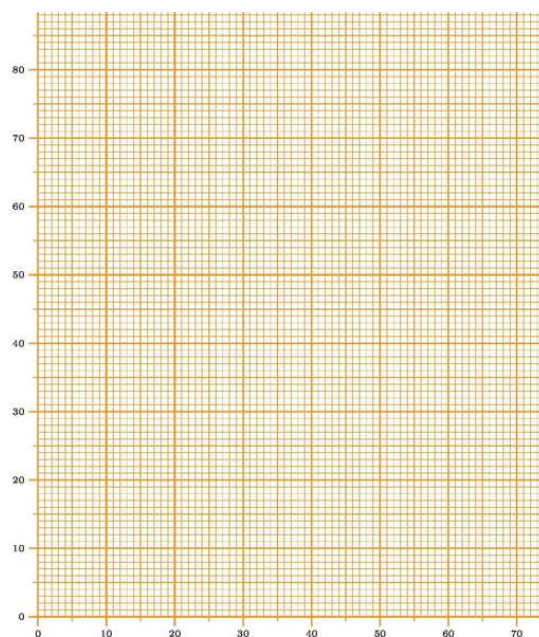
Nome completo
Idade
Série
<p style="text-align: center;">Parte Experimental – Experimento 3 – Energia Solar</p> <p>Atividade conjunta</p> <p>Anotem as observações realizadas de acordo com a orientação docente</p> <p>As questões serão questões abertas, de acordo com a curiosidade dos alunos, eles farão as perguntas e essas serão registradas.</p> <p>1. Como você relaciona esse experimento com o cotidiano?</p> <p>2. Qual a velocidade média do carrinho? Para responder preencha a Tabela 1, confeccione o gráfico no papel em escala milimetrada da Figura 1.</p>

Tabela 1 – Dados da posição e o respectivo tempo para o carrinho movido a energia solar.

S(cm)	t(s)

3. Confeccione com os dados da Tabela 1, o gráfico no papel em escala milimetrada da Figura 1.

Figura 1 – Gráfico confeccionado com os dados da Tabela 1.

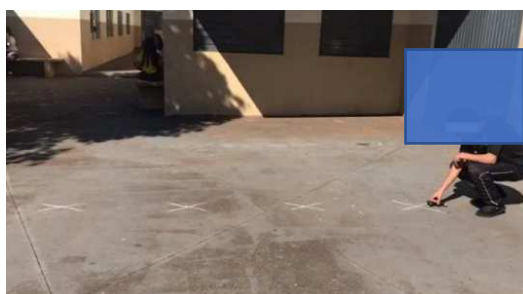


4. Qual tipo de movimento você obteve analisando o gráfico da Figura 1?
5. Para uma maior eficiência do carrinho o que você sugere e por qual motivo?
6. Quais tipos de energia você detecta neste experimento? Escreva na ordem de sua transformação.
7. Você acha que há conservação de energia mecânica? Justifique a sua resposta.
7. Como esse experimento se relaciona com o Tema Astrobiologia?
8. Como esse experimento se relaciona com os conceitos da Termodinâmica?

Fonte: elaborado pelas autoras, 2021.

Nas imagens da Figura 2.27 (a) apresenta-se um aluno realizando o experimento e em (b) os dados que obtiveram e em (c) o gráfico confeccionado em papel quadriculado.

Figura 2.27 – (a) Imagem fotográfica de alunos realizando o experimento 3; (b) dados medidos por eles, e em (c) o gráfico da posição versus tempo com os dados do item (b).



(a)

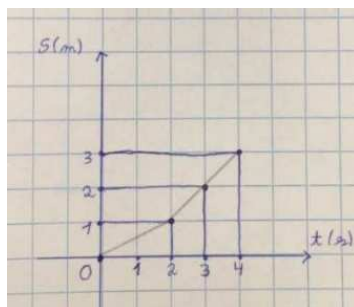
Preencha a Tabela 3.1, e confeccione o gráfico.

S(cm)	t(s)
0	0
100	2
200	3
300	4

$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta T}$
 $v_m = \frac{S - S_0}{T - T_0}$
 $v_m = \frac{3 - 0}{4 - 0}$
 $v_m = \frac{3}{4}$

$\frac{30 \text{ L} \cdot \text{L}}{20} = 0,75$ $v_m = 0,75 \text{ m/s}$

(b)



(c)

Fonte: arquivos de M. S. F. Ferreira, 2022.

Após os alunos terminarem de responder o roteiro, encerrar a aula com discussão das questões e resultados anotados por eles. Sobre os resultados do experimento, um aluno obteve uma velocidade média de $0,75 \text{ m/s}$, e no gráfico¹¹ que foi um movimento inicialmente acelerado e depois passou a ser uniforme no tempo total de medida, conforme apresentado na Figura 2.27. Uma observação importante foi ele ter trabalhado com os conceitos de cinemática para essa análise e o mesmo não ter sido abordado nas aulas da oficina pedagógica. Quanto à análise dos resultados experimentais por ele obtido, para saber exatamente o tipo de movimento é necessário investigar mais, pois deveria ter mais posições e repetir a medida do tempo pelo menos umas 5 vezes para fazer a média e então fazer o gráfico da posição versus tempo médio e analisar o comportamento obtido. Verificar também, que a superfície seja plana (sem declividade ou aclividade) e tenha a mesma textura no espaço a ser percorrido.

Outra questão a ser analisada é a 7, pois não foi trabalhado explicitamente sobre a conservação de energia mecânica nos textos, foi brevemente citado no Texto 3, e a ideia é saber se percebem a diferença entre a conservação de energia total e a

¹¹ Na implementação não foi fornecido o papel milimetrado e o aluno fez em um papel quadriculado.

da energia mecânica. A transformação de energia foi contínua da energia luminosa para elétrica e dessa para cinética (mecânica). E a energia mecânica é composta de energia cinética e potencial, para que haja conservação a energia mecânica inicial deve ser igual a final, e o experimento não abrange a possibilidade dessa análise.

2.10 - Aula 11 - Exoplanetas e o Futuro do Planeta Terra

No Quadro 2.26 está apresentado o Plano de Aula em que será tratado sobre os Exoplanetas e o futuro do planeta Terra.

Quadro 2.26 – Descrição o Plano de Aula da aula 11.

<p>Dados de identificação da Instituição Concedente</p> <p>Nome da escola _____</p> <p>Série _____</p> <p>Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos). Período: _____</p> <p>Conteúdo: Exoplanetas e o Futuro do Planeta Terra</p> <p>Objetivos: Discutir a existências de exoplanetas e o futuro do planeta Terra.</p> <p>Recursos: <i>Data show</i> e vídeos: “7 Previsões para o Futuro da Terra nos Próximos 200 Anos” e “Detectando Exoplanetas”.</p> <p>Metodologia:</p> <p>1º momento- Visualização do vídeo: “7 Previsões para o Futuro da Terra nos Próximos 200 Anos”, por Stephen Hawking <https://www.youtube.com/watch?v=qdbYn_9L9A8></p> <p>Tempo total: 11min58s.</p> <p>2º momento – Visualização do vídeo: Adriana Valio (VALIO, 2019) explica o vídeo: Detectando Exoplanetas. <https://www.youtube.com/watch?v=upKY2QqxPLI></p> <p>Tempo total: 9min35s.</p> <p>3º momento - Discussão sobre os vídeos.</p> <p>Avaliação - A avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.</p> <p>1º momento: Visualização do vídeo - 7 Previsões para o Futuro da Terra nos Próximos 200 Anos</p> <p><i>Link:</i> <https://www.youtube.com/watch?v=qdbYn_9L9A8></p> <p>Tempo total: 11min58s.</p>
--

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 11

Apresentar por meio do *Datashow* o vídeo: “7 Previsões para o Futuro da Terra nos Próximos 200 Anos”, por Stephen Hawking <https://www.youtube.com/watch?v=qdbYn_9L9A8> -Tempo total: 11min58s. Esse vídeo foi disponibilizado por: Incrível: <http://incrivei.club>, sendo uma seleção de conteúdos deles em que selecionaram 7 das previsões feitas pelo físico, sendo elas:

- Vacinas geneticamente modificadas terão um efeito negativo a longo prazo. 1min10s;
- Alienígenas vão invadir o nosso planeta. 2min47s;
- O Universo vai terminar. 4min12s;
- Robôs vão substituir seres humanos. 4min43s;
- Armas nucleares vão destruir a humanidade. 6min3s;
- Nós vamos precisar encontrar outro planeta para viver. 6min37s;
- A Terra entrará em combustão e virará uma bola de fogo. 10min11s.

Discussão:

O planeta Terra é capaz de suportar as “mudanças” causadas pelo ser humano? Ou seja, a sua ação para cada previsão o vídeo cita que:

“Nós ainda não entendemos completamente os danos, a longo prazo, que as misturas de vacina geneticamente modificadas podem ter.

-Muito provavelmente, os seres cósmicos encontrarão nossa rocha flutuante no espaço e provavelmente irão querer nos destruir ou nos estudar como ratos de laboratório.

-Hawking previu que o nosso universo acabará por desaparecer na escuridão quando todas as estrelas padecerão de energia.

-O cientista acreditava que a inteligência artificial poderia eventualmente ficar mais esperta e superar os humanos ou, pior, decidir se livrar de nós.

-O desenvolvimento de tecnologia militarizada e armas de destruição em massa pode nos levar a consequências desastrosas, o que significaria o fim do nosso mundo.

-De acordo com Hawking, temos que encontrar outro planeta para viver dentro dos próximos 100 anos. Caso contrário, morreremos como espécie, porque a Terra já alcançou "o ponto sem volta".

-O aquecimento global deixará as condições na Terra semelhantes às de Vênus. A temperatura média será de cerca de 249°C. Nosso planeta vai explodir em chamas em menos de 600 anos.”

Clube Incrível disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qdbYn_9L9A8>

Entregar o Texto Auxiliar 4 (Quadro 2.27) para que os alunos continuem a refletir sobre a ação humana e essa influência no futuro do planeta Terra.

Texto Auxiliar 4 - Futuro do planeta Terra

Fonte: (ROSA, 2021). Disponível em: <<https://canaltech.com.br/meio-ambiente/futuro-do-planeta-terra-esta-mais-ameacado-do-que-se-imagina-diz-novo-estudo-177728/>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

“As próximas décadas serão complicadas para o planeta Terra, que vem aguardando desastres provocados pelas mudanças climáticas já anunciados há um bom tempo. De acordo com um novo estudo realizado por um grupo de 17 pesquisadores da Austrália, Estados Unidos e México, três grandes crises que vão ameaçar a vida na Terra nos próximos anos: distúrbios climáticos, redução da biodiversidade e consumo humano excessivo, além do aumento excessivo da população.

Com a redução da biodiversidade, os principais ecossistemas do planeta serão prejudicados, resultando em poucas florestas que protegeriam os humanos de enchentes e outros desastres naturais.

Devido às alterações climáticas, Figura 1, esses desastres naturais virão com ainda mais força e frequência até o ano de 2050, elevando o nível do mar e forçando pessoas de diversos países a se tornarem refugiadas, o que vai colocar mais vidas em risco e ainda provocar uma ruptura da sociedade.”

Figura 1 - Imagem ilustrativa das mudanças climáticas. Recuo Glacial McCarty entre 1909 e 2004.



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Aquecimento_global>. Acesso em: 22 jan. 2021.

“A superpopulação e a migração irão trazer problemas sociais graves, como instabilidade de moradia e alimentação, aumento do desemprego e desigualdade social.

Os pesquisadores afirmam, no entanto, que não está garantido que os desastres vão acontecer, e, para evitá-los, será preciso que líderes mundiais comecem a enfrentar as ameaças com mais seriedade.”

2º momento: Visualização do vídeo - **Detectando Exoplanetas**

Link: < <https://www.youtube.com/watch?v=upKY2QqxPLI>>

Tempo total: 9min35s.

Discussão sobre o vídeo

O que são exoplanetas?

Exoplanetas são planetas que se encontram fora do nosso Sistema Solar.



Como detectar um exoplaneta?

Por não emitirem luz própria e devido à sua grande distância até a Terra, os exoplanetas são muito difíceis de serem detectados. Existem métodos apropriados como foi apresentado no vídeo os mais utilizados: velocidade radial, microlente gravitacional, trânsito e o direto.



Entregar aos alunos o Texto Auxiliar 5 (Quadro 2.8), pois o vídeo pode ficar indisponível.

Quadro 2.8 – Texto Auxiliar 5 – Astrobiologia e Exoplanetas

Texto Auxiliar 5 – Astrobiologia e Exoplanetas

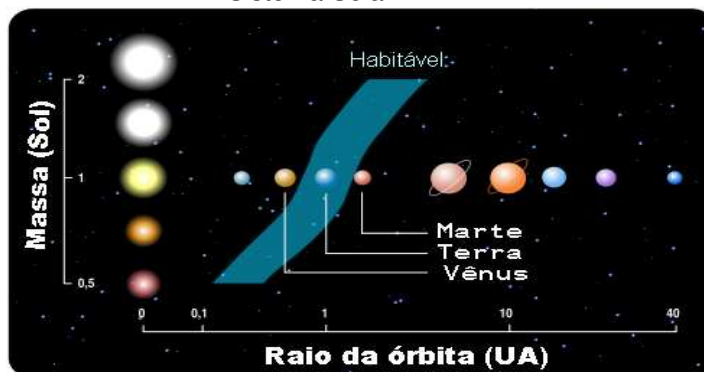
Alguns elementos como água líquida, fontes de energia e uma combinação bastante específica de componentes químicos são essenciais para a existência da vida como a conhecemos, ou seja, a vida no planeta Terra. Todavia, não podemos descartar a existência de vida em outros planetas a partir de combinações diferentes das que aconteceram por aqui.

Por meio de ferramentas e métodos da ciência contemporânea, a Astrobiologia tenta não apenas detectar a presença de vida fora da Terra, e também compreender a sua origem e evolução. Para isso, há necessidade de pesquisar planetas com condições de habitabilidade - termo científico para uma área de um sistema estelar, planetário ou galáctico que reúne as condições físico-químicas necessárias para o desenvolvimento da vida. (GALANTE, 2016).

Para que ocorra a possibilidade de desenvolvimento de vida fora da Terra, algumas condições devem ser satisfeitas (MELLO, 2016):

- **Presença de uma estrela** de longa vida capaz de fornecer energia luminosa de forma contínua durante vários bilhões de anos, proporcionando o surgimento e evolução da vida. Na Figura 1 é apresentada a zona de habitabilidade para estrelas de diferentes massas em função do raio da órbita em unidades astronômicas (UA);

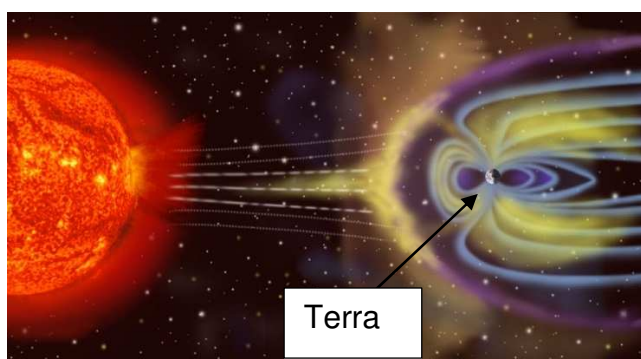
Figura 1 – Imagem ilustrativa da zona de habitabilidade para estrelas de diferentes massas no Sistema Solar.



Fonte: SARAIVA, 2001, disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/vida_ET/vet.htm>. Acesso em: 10 set. 2022

- **A composição rochosa do planeta**, que seja capaz de manter água líquida na superfície durante os bilhões de anos;
- **O campo magnético**, que, no caso da Terra, é de extrema importância para a proteção da sua superfície contra ataques de partículas energéticas do vento solar e dos raios cósmicos. Sendo comprimida durante o período diurno devido às forças das partículas que a atingem e estendido no lado noturno, como ilustrado na Figura 2. (SILVEIRA, 2017).

Figura 2 – Imagem ilustrativa indicando a magnetosfera que protege das partículas energéticas a superfície da Terra. Comprimido no lado do Sol e estendido no lado oposto.

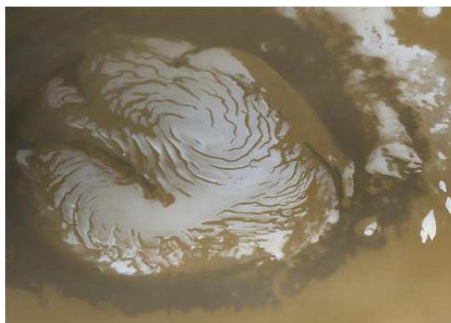


Fonte: Por NASA - <<http://sec.gsfc.nasa.gov/popscise.jpg>>, Domínio público, apud <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=192450>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

Apesar de nenhuma evidência concreta de vida extraterrestre ter sido detectada até agora, os elementos básicos para sua existência parecem existir em outros lugares. No sistema solar há outras luas congeladas como as denominadas de Titã (maior satélite natural de Saturno) descoberto por Christiaan Huygens em 1655, e a Europa (uma das 79 luas/satélites de Jupiter) descoberta por Galileu Galilei em 1610. Já foram identificados materiais orgânicos na atmosfera de Titã e da Europa, e apresenta elementos essenciais para a vida como calor, água e compostos orgânicos.

As observações do relevo de Marte, aparentemente composto por leito secos de rios e a presença de uma calota de gelo na superfície, Figura 3, indicam que esse planeta tenha tido água no estado líquido no passado.

Figura 3 – Imagem fotográfica de uma calota de gelo do planeta Marte.



Fonte: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Marte_\(planeta\)#/media/Ficheiro:Martian_north_polar_cap.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta)#/media/Ficheiro:Martian_north_polar_cap.jpg)>. Acesso em 25 jan. 2021.

O satélite Europa está localizado em uma região muito fria do sistema solar, possuindo uma superfície coberta de gelo com extensas fendas, Figura 4, provavelmente originadas da presença de água líquida abaixo da sua superfície. Apesar do frio, Europa possui calor gerado pelas forças de maré produzidas por Júpiter, o que possibilita a existência de organismos do tipo extremófilos, formas de vida primitiva que sobrevivem em ambientes extremos, vivendo nas profundidades desse corpo celeste.

Figura 4 – Imagem registrada pela sonda Galileo da superfície congelada e trincada do satélite Europa.



Fonte: Nasa/jplCaltech/seti Institute. <<https://www.nasa.gov/image-article/europas-stunning-surface/>> Acesso em: 25 mar. 2023.

A busca por vida fora da Terra pode ir muito além do sistema solar. Já são conhecidas bilhões de estrelas, cada uma com probabilidade de ter um sistema planetário, assim a possibilidade de existência de vida nesses mundos pode ser muito grande. Partindo dessa premissa, muitos astrônomos voltaram as suas pesquisas pela procura por planetas que orbitam outras estrelas, os chamados exoplanetas, distantes muito anos-luz da Terra e que teriam condições de abrigar vida, mesmo que suas características ambientais sejam diferentes daquelas existentes em nosso planeta.

A maioria dos exoplanetas descobertos são gasosos como Júpiter, ou possuem composição de gelo, como Urano. Todavia, alguns parecem possuir constituição rochosa, como a Terra, e outros, estão a uma distância que possibilitaria a existência de água líquida, oportunizando a vida como a conhecemos.

Por não emitirem luz própria e devido à sua grande distância até a Terra, os exoplanetas são muito difíceis de serem detectados. Recentemente, por meio de métodos alternativos ou indiretos tornou-se possível a detecção de exoplanetas (FARIAS, 2022).

Método da velocidade radial

O método de velocidade radial é uma técnica de detecção indireta, pois consiste na medição da velocidade com o qual a estrela se afasta ou se aproxima do planeta, variando a sua posição. Esse fenômeno é resultado dos efeitos gravitacionais que o exoplaneta exerce sobre sua estrela.

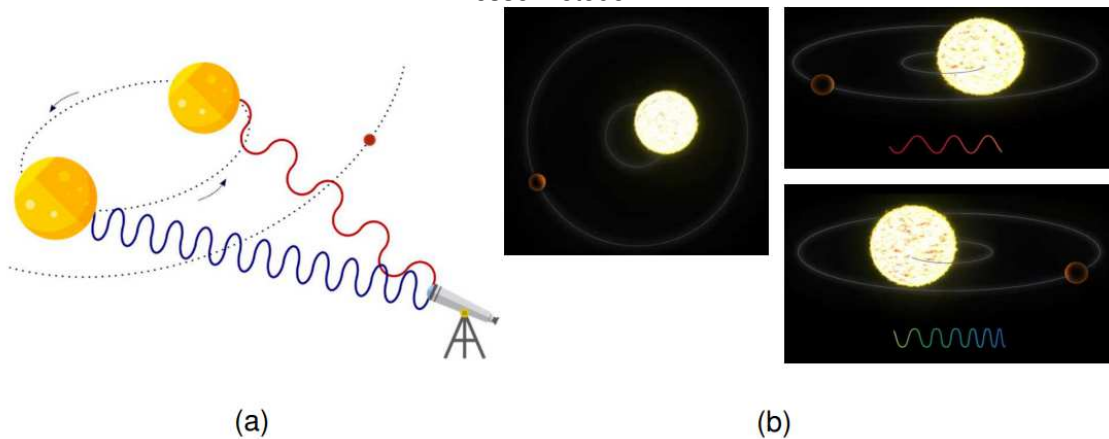
Um sistema composto por apenas uma estrela, possui o centro de massa coincidindo com o centro da estrela. Porém, quando o sistema possui outros corpos, como exoplanetas, a gravidade desses corpos muda o centro de massa do sistema planetário. A presença de um exoplaneta altera a velocidade da estrela hospedeira, ela passa a girar em torno do centro do sistema que não coincide mais com o seu centro.

Isso se deve ao efeito Doppler¹², no qual ocorre a variação dos comprimentos de onda da radiação. Ao observarmos uma estrela com exoplanetas, conforme ela rotaciona o centro de massa do sistema, sua órbita provoca o afastamento ou aproximação do observador.

Quando a estrela está se aproximando, ocorre o efeito conhecido como *blueshift*, que em português significa desvio para o azul, em que a luz é deslocada para comprimentos de onda menor - mais próxima do azul ($\lambda = 440$ a 485 nm). E quando ela está se afastando acontece o *redshift*, desvio para o vermelho, pois a luz é transportada para comprimentos de onda maior - mais próximo do vermelho ($\lambda = 625$ a 740 nm). Figura 5 (a). Essa variação só ocorre quando existe a presença de um ou mais exoplanetas orbitando a estrela. No *site* da NASA se refere a “Observando Oscilações”, na Figura 5 (b) a posição do exoplaneta em relação a sua estrela os deslocamentos para o vermelho e o azul.

¹² “Efeito Doppler é um fenômeno físico observado nas ondas quando emitidas ou refletidas por um objeto que está em movimento com relação ao observador. Foi-lhe atribuído este nome em homenagem a Christian Doppler, que o descreveu teoricamente pela primeira vez em 1842.” (Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_Doppler).

Figura 5 – (a) Ilustração do método da velocidade radial., indicando o deslocamento para o azul e para o vermelho. A onda azul indica que o planeta está aproximando do observador e a vermelha afastando do observador. (b) Cópias de tela do simulador disponibilizado pela NASA para observar esse método.

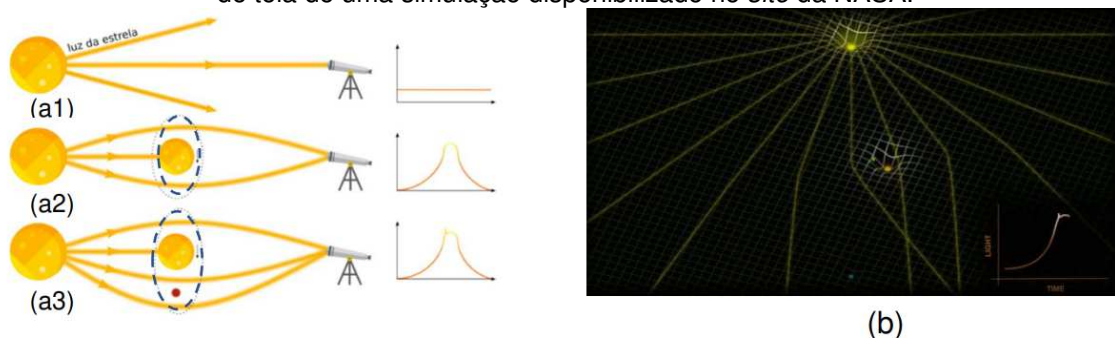


Fonte: (a) autoria de Raquel Farias (2022) - <<http://sbastrobio.org/index.php/2022/02/14/exoplanetas-o-que-sao-e-como-detectamos>> e b) <<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/ways-to-find-a-planet/#/1>>. Acesso em: 04 abr.2023.

Método de detecção por microlente gravitacional

Essa técnica é baseada na Teoria da Relatividade geral de Albert Einstein. Para que esse evento ocorra, é necessário que duas estrelas estejam alinhadas com a Terra, de forma que o campo gravitacional da estrela intermediária provoque uma deformação no espaço-tempo. Assim, a gravidade de um objeto maciço, como uma estrela e seu exoplaneta, interferem na trajetória da luz emitida por objetos mais distante, produzindo um efeito de lente convergente para o observador na Terra, ampliando a imagem da estrela ao fundo. Geralmente esse fenômeno de microlente produz uma imagem em forma de anel, conhecida como “anel de Einstein”, como ilustrado na Figura 6 (a). No *site* da NASA se referem como “luz na lente da gravidade” (Figura 6 (b)).

Figura 6 – Desenho ilustrativo do efeito da microlente gravitacional (MLG). (a1) luz da estrela em linha reta; (a2) efeito da MLG e o anel de Einstein e (a3) detecção por meio da MLG do brilho da estrela por meio do alinhamento de uma estrela e seu exoplaneta (ponto em vermelho). Em (b) cópia de tela de uma simulação disponibilizado no *site* da NASA.



Fontes: autoria de Raquel Farias (2022) - <<http://sbastrobio.org/index.php/2022/02/14/exoplanetas-o-que-sao-e-como-detectamos>> e (b) <<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/ways-to-find-a-planet/#/4>>. Acesso em: 04 abr.2023.

Em 2016 o telescópio OGLE (acrônimo de *Optical Gravitational Lensing Experiment*¹³) desenvolvido pela Universidade de Varsóvia da Polónia, situado no deserto do Atacama, utilizou o método da microlente gravitacional para detectar o exoplaneta OGLE-2016-BLG-1195Lb, que é uma “Terra de Gelo”, ilustrado na Figura 7, quando sua estrela mãe produziu o efeito de microlente gravitacional numa estrela mais distante. (CARDIAL, 2017)

Figura 7 – Ilustração artística do exoplaneta OGLE-2016-BLG-1195Lb



Fonte: <<https://www.galeriadometeorito.com/2017/05/microlente-gravitacional-revela-Terra-de-Gelo.html>> - Créditos: NASA/JPL-Caltech. Acesso em: 06 abr. 2023.

A desvantagem desse método é que ocorre de maneira aleatória, sendo muito raro, pois é necessário que uma estrela e o seu exoplaneta cruzem a frente de uma outra estrela mais distante que está sendo observada. Por isso, a utilização dessa técnica se concentra em regiões centrais da galáxia, onde as chances de alinhamento ocorrer são maiores.

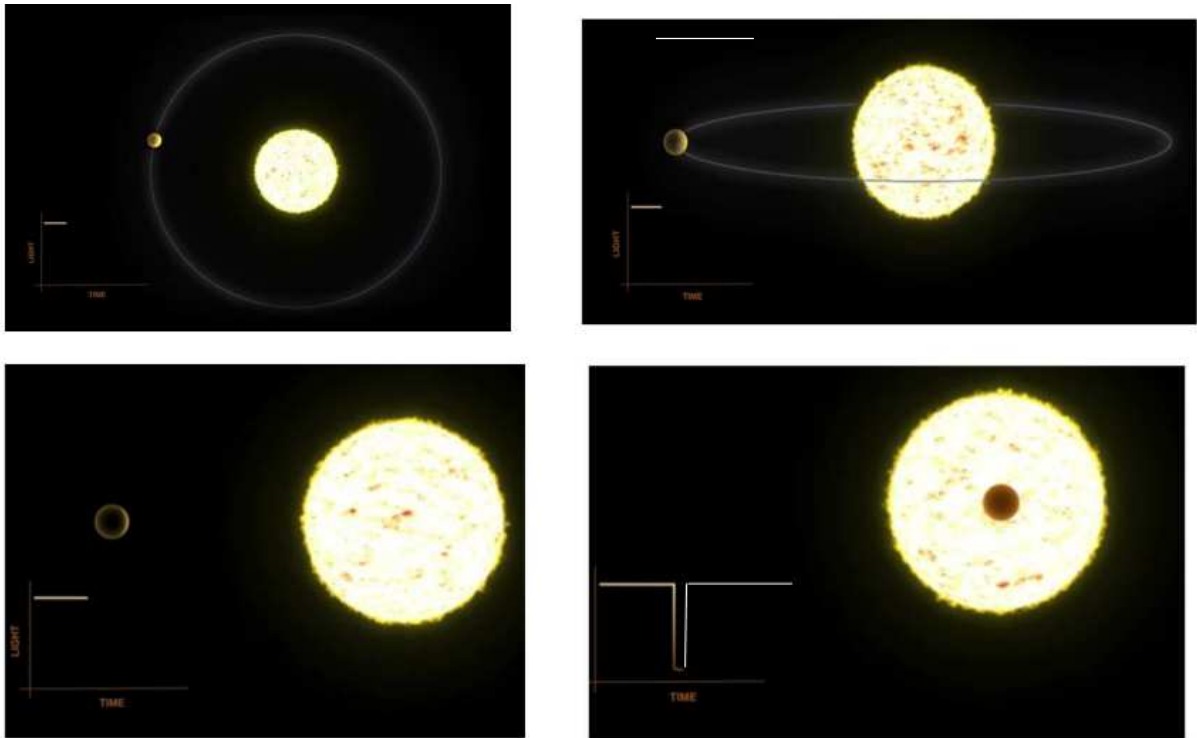
Método de trânsito

O método de trânsito é uma forma indireta de detecção de exoplanetas, também chamado de eclipse ou ocultamento. Ocorre quando o exoplaneta passa diretamente na frente da sua estrela hospedeira, criando um efeito de eclipse, diminuindo a sua luz. Essa alteração na curva de luz da estrela, com pequenas diminuições do seu fluxo, denunciam a presença de um exoplaneta, conforme ilustrado nas imagens da Figura 8 das etapas do simulador disponibilizado pela NASA em seu *site*. A NASA se refere como “procurando por sombras”.

A intensidade e frequência dessas diminuições irão indicar o tamanho e o período da órbita do exoplaneta, pois exoplanetas maiores bloquearão mais luz. Devemos considerar que os planetas são muito pequenos em comparação com a sua estrela e que estão muito distantes, então, a quantidade de luz bloqueada é muito pequena, largura da barreira indicada na última imagem da Figura 8, geralmente inferior a 1% do total emitido.

¹³ Tradução da autora: Experimento de Lentes Gravitacionais Ópticas.

Figura 8 –Cópia de tela do simulador disponibilizado pela NASA para observar o método de trânsito, do brilho versus tempo na presença de exoplaneta criando um efeito de eclipse, em que na sua presença diminui a intensidade de luz observada no gráfico da última imagem.



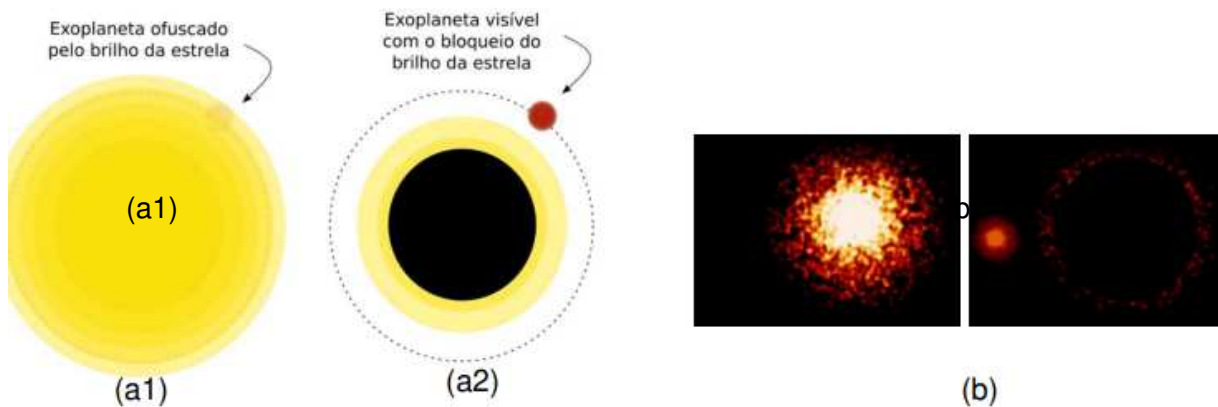
Fonte: <<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/ways-to-find-a-planet/#/2>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

Esse método é considerado muito eficiente, e é necessário que a estrela seja observada por longos períodos com um telescópio de alta precisão e que o planeta cruze à frente da estrela, limitando muito o número de observações por meio dessa técnica.

Método de Imagem Direto

Esse método a NASA se refere a “tirando fotos” e é o menos utilizado, pois as estrelas normalmente apresentam-se com grande intensidade de luz, o que dificulta observar um exoplaneta, pois nessa técnica o observador bloqueia a luz da estrela para observar se a sua volta há um exoplaneta, como ilustrado na Figura 9 (a) e em (b) cópia de telas do simulador disponibilizado pela NASA.

Figura 9 – desenho ilustrativo do método de Imagem direta. Em (a1) a luz da estrela reflete no planeta impedindo a observação da existência de um exoplaneta. Em (a2) a técnica bloqueando a luz da estrela e observando em volta. Em (b) apresentam-se as mesmas situações de (a) sendo cópias de tela do simulador disponibilizado pela NASA para observar o método.



Fonte: (a) autoria de Raquel Farias (2022) - <<http://sbastrobio.org/index.php/2022/02/14/exoplanetas-o-que-sao-e-como-detectamos/>> e (b) <<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/ways-to-find-a-planet/#/3>> Acesso em: 06 abr. 2023.

Na Tabela 1 apresentam-se o número de exoplanetas detectados por cada método para os exoplanetas com massa e período orbital medido ou estimado.

Tabela 1 - Censo de exoplanetas - Método e os dados dos números de exoplanetas descobertos

Método	Nº Exoplanetas	Porcentagem (%)
Trânsito	3.955	74,8
Velocidade radial	1.023	19,4
Microlentes	9	1,2
Imagem	16	3,4
<i>Pulsar Timing</i> (Astrometria – Movimentos minúsculos)	6	
Outros	50	

Fonte: elaborado com os dados da NASA, disponíveis em: <<https://exoplanets.nasa.gov/discovery/discoveries-dashboard/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

O primeiro exoplaneta que orbita a uma distância de 7 milhões de quilômetros a estrela *51 Pegasi*, foi detectado em 1995, por meio da técnica de variação de velocidade radial. E foi descoberto por Michel Mayor e Didier Queloz da Universidade de Genebra. Segundo a NASA (<https://exoplanets.nasa.gov/discovery/exoplanet-catalog/>), em 09/04/2023 informam que já foram descobertos 5.322 exoplanetas e há ao menos 9.418 candidatos. Na Figura 10 apresenta-se uma ilustração feita pela NASA do exoplaneta *Kepler 22b*.

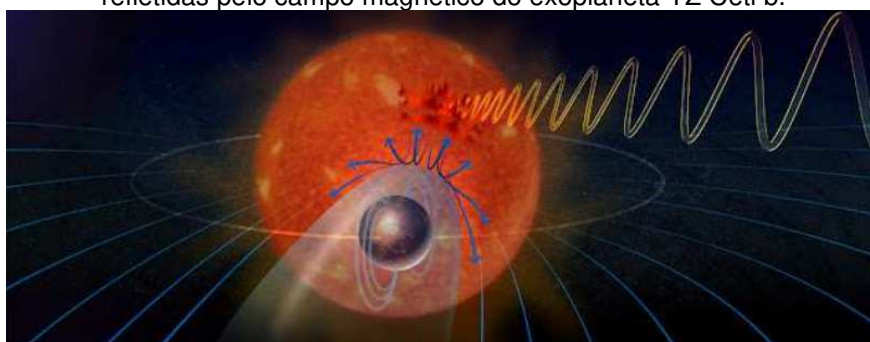
Figura 10 - Ilustração do exoplaneta Kepler 22b.



Fonte: Reprodução Nasa apud <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/como-os-astronomos-descobrem-exoplanetas-que-estao-fora-do-nosso-sistema-solar/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

Foi publicado pela revista *Nature Astronomy* em 03/04/2023 por Sebastian Pineda e Jackie Villadsen que um sinal de rádio foi detectado vindo do exoplaneta YZ Ceti b, descoberta em 2017, que é um planeta rochoso que orbita uma estrela anã vermelha próxima ao nosso planeta. Esse sinal de rádio foi emitido por essa estrela e refletida por ele, indicando que há um campo magnético em torno desse exoplaneta, conforme a ilustração artística apresentada na Figura 11. Para detectar as ondas de rádio, são usados os radio telescópios.

Figura 11 - Ilustração artística das ondas de rádio emitidas pela estrela anã vermelha sendo refletidas pelo campo magnético do exoplaneta YZ Ceti b.



Fonte: <<https://www.galeriadometeorito.com/2023/04/um-sinal-de-radio-diferente-de-tudoque.html#more>> – créditos: NASA/divulgação. Acesso em: 09 abr. 2023.

Lembrando que ter um campo magnético é uma das condições para a existência de vida em um planeta.

Mesmo com a tecnologia que dispomos hoje, ainda não é possível afirmar que haja vida em qualquer um dos exoplanetas conhecidos. Entretanto, os astrônomos são capazes de identificar quais os exoplanetas apresentam condições climáticas, diâmetro, massa, atmosfera e incidência de luz parecidos com os da Terra, dessa forma, são capazes de elencar quais exoplanetas podem ser considerados “habitáveis”, em outras palavras, apresentam condições de abrigar vida.

Fonte: elaborado pelas autoras, 2021 e revisado em 2023.

Portanto, como foi visto até o momento, são muitas as condições para a existência de Vida em um Planeta, para a sua habitabilidade e a manutenção da vida no planeta. E os conceitos termodinâmicos estão presentes na sua grande maioria.

Encerrar a aula esclarecendo as dúvidas que os alunos possam ter e informar a quantidade de exoplanetas descobertos e o número de candidatos a exoplanetas que pode ser obtido direto no site da NASA: <<https://exoplanets.nasa.gov/discovery/exoplanet-catalog/?>>.

2.11 - Aula 12 - Verificação do aprendizado

Nesta aula será verificado os indícios do aprendizado nos conteúdos trabalhados, em que se propõem dois momentos, primeiro que os alunos façam um texto por escrito sobre a Termodinâmica na Astrobiologia, e depois que respondam novamente o questionário inicial (Quadro 2.2) que agora será considerado como avaliativo. Para ter por escrito, uma avaliação do PE, foram acrescentadas as duas seguintes questões:

- “14) Qual das atividades trabalhadas neste projeto você mais gostou? Por quê?”;
- “15) Qual das atividades trabalhadas neste projeto você achou mais difícil de entender? Por quê?”.

O Plano dessa aula está apresentado no Quadro 2.9.

Quadro 2.9 – Descrição do Plano de Aula da aula 11.

<p>Dados de identificação da Instituição Concedente</p> <p>Nome da escola _____</p> <p>Série _____</p> <p>Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos). Período: _____</p> <p>Conteúdo: Astrobiologia e Termodinâmica</p> <p>Objetivos: Verificar o aprendizado dos conteúdos trabalhados.</p> <p>Recursos: Folhas impressas com um questionário avaliativo sobre Astrobiologia e Termodinâmica.</p> <p>Metodologia:</p> <p>1º momento: Redigir um texto sobre os conteúdos trabalhados durante a aulas.</p> <p>2º momento – Reaplicação do Questionário inicial (Quadro 2.2).</p> <p>Avaliação: A avaliação também ocorrerá por meio de observação e análise do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.</p>
--

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 12

Orientar os alunos a redigir um texto sobre os conteúdos trabalhados durante as aulas e logo a seguir aplica-se o mesmo questionário, descrito no Quadro 2.2, a fim de verificar indícios do aprendizado dos conteúdos trabalhados segundo Ausubel, de forma significativa.

Finalizar a aula, recolhendo o texto e o questionário.

2.12 - Aula 13 - *Feedback*

Esta aula foi reservada para que os alunos deem um retorno sobre o conteúdo e a metodologia adotada, bem como para que o(a) docente dê um retorno aos alunos quanto ao desempenho que tiveram de seu ponto de vista e também da comparação entre os dois questionários respondidos pelos alunos.

O Plano de Aula é o apresentado no Quadro 2.9.

Quadro 2.9 – Descrição do Plano e Aula da aula 13.

<p>Dados de identificação da Instituição Concedente</p> <p>Nome da escola _____</p> <p>Série _____</p> <p>Tempo da aula: 1 hora/aula (50 minutos). Período: _____</p> <p>Conteúdo: Astrobiologia e Termodinâmica</p> <p>Objetivos: Receber um <i>Feedback</i> dos alunos sobre o PE aplicado e também dar um retorno a eles.</p> <p>Recursos: Folhas sulfites. Apresentação em slides via <i>datashow</i> ou <i>TV</i> multimídia.</p> <p>Metodologia:</p> <p>1º momento: Receber um retorno dos alunos sobre o PE</p> <p>2º momento: Dar um retorno aos alunos da evolução dos mesmos, em relação a comparação dos questionários diagnóstico e avaliativo, e também por meio de observações do envolvimento dos estudantes com as atividades realizadas durante a aula.</p> <p>Avaliação: Participação e envolvimento dos estudantes.</p>
--

Fonte: elaborado por M. S. F. Ferreira, 2021.

Desenvolvimento da Aula 13

Apresentação via *datashow* de *slides* contendo as questões e as respostas, tabelas e gráficos com a comparação entre os questionários: diagnóstico e avaliativo da turma.

Fechar a aula agradecendo a todos os alunos pela participação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Produto Educacional tem como objetivo estudar os conceitos vistos em Termodinâmica, partindo da terminologia, relacionando-os com a Astrobiologia por meio de uma sequência didática tendo como aporte teórico o conceito da Aprendizagem Significativa, proposta pelo norte-americano David Paul Ausubel (1918 -2008). Teoria essa proposta em 1968, e atual quanto a sua forma de aplicação, que se fundamenta na utilização do conhecimento prévio dos alunos, chamado de subsunções.

O Produto Educacional proposto foi implementado em formato de Oficina Pedagógica em um colégio particular com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio, e posteriormente, aplicado em uma turma regular do 9º ano do Ensino Fundamental em um colégio estadual, desde o início observou-se a busca pelo conhecimento por parte dos discentes. Por meio da análise das respostas dos alunos, seja por questionários realizados ao longo do PE, ou por diálogos e debates quando aplicados, constatou-se que os resultados foram satisfatórios, pois os alunos apresentaram indícios de uma aprendizagem significativa.

Enfatizamos que esse PE é suscetível a adaptações realizadas por outros professores que queiram utilizá-la, conforme a realidade da sua escola e o número de aulas disponíveis, uma vez que as matrizes curriculares do ensino fundamental e médio são diferenciadas, inclusive focar em outros conceitos da Física ou outro componente curricular. Nesse sentido, citamos como exemplo explicar o processo da fotossíntese ao analisar o terrário, ou explorar a relação entre o efeito estufa e aquecimento global ao estudar os planetas do Sistema Solar. Ressaltamos que os experimentos podem ser aplicados separadamente e utilizados em uma feira de Ciências, pois ao confeccionar os próprios modelos, a aprendizagem se torna muito mais expressiva.

Assim, compreendemos que a aplicação dessa proposta contribui para o engajamento e conhecimento formal não só de docentes, como também dos alunos, que são, sem dúvidas, os protagonistas do processo de aprendizagem. Todavia, evidenciamos que esse processo não se encerra, sendo necessária novas discussões a respeito, pois a aprendizagem é inerente ao ser humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, M. S. Como funcionam as moléculas que fazem nossa pele 'sentir' a luz solar. E por que a exposição moderada ao sol sem proteção faz bem para a saúde. [s.d.]. Disponível em: <<https://redoxoma.iq.usp.br/noticias.php/como-funcionam-as-moleculas-que-fazem-nossa-pele-sentir-a-luz-solar>>. Acesso em: 15 abril 2023.

BORGES, F. F. Caixa de Ciências - Água. EduCapes, 2017. Disponível em:<<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/174542>>. Acesso em: 18 jan. 2021.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf> Acesso em: 28 janeiro 2022.

BRASIL. Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: alfabetização em foco – projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03, unidade 6. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2012.

CARDIAL, R. Microlente gravitacional revela uma 'Terra de Gelo' a 13.000 anos-luz de distância, 2017. Galeria do meteorito. Disponível em: <<https://www.galeriadometeorito.com/2017/05/microlente-gravitacional-revela-Terra-de-Gelo.html>>. Acesso em: 22 fev. 2023.

CERIZZE, B. Entenda como funciona o método científico, 2020. Disponível em: <https://blog.enem.com.br/entenda-como-funciona-o-metodo-cientifico/>. Acesso em 18 jan. 2021.

Efeito estufa. A meteorologia- IAG-USP. Disponível em: <<https://www.iag.usp.br/siae98/estufa/estufa.htm>>. Acesso em 12 jan. 2021.

EVANGELISTA, C. R. Propagação de calor. Infoescola. Disponível em <<https://www.infoescola.com/termodinamica/propagacao-de-calor/>>. Acesso em 18 jan. 2021.

EXOPLANETAS: o que são e como detectamos? Sociedade Brasileira de Astrobiologia. Disponível em: <<https://www.sbastrobio.org/2022/02/14/exoplanetas-o-que-sao-e-como-detectamos/>> . Acesso em: 19 fev. 2022.

FARIAS, M. L. L.; Barbosa, M. A. A. Integrando o ensino de astronomia e termodinâmica: explorando a zona habitável no diagrama de fase da água. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, n. 4, 2017. Disponível em: <www.scielo.br/rbef> . Acesso em: 12 jan. 2021.

FEYNMAN, Richard. Lições de física de Feynman. Trad. Adriana Válio Roque da Silva e Kaline Rabelo. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FÍSICO, O. Como funciona um carro movido a energia solar? Youtube, 2020. 1 vídeo (10min43seg). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uTu2pelrM3k>> . Acesso em: 12 jul. 2021.

FRANCISCO, W. C e. *Big Bang*: a teoria do *big bang*. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/big-bang.htm>> . Acesso em: 09 jul. 2021.

FERREIRA, M. S. F., Astrobiologia, uma motivação para o estudo de conceitos da Termodinâmica em Ciências da Natureza. 2023. 352 fls. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Física, Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2023. Disponível em: <<http://www.dfi.uem.br/dissertacao/mnpef/uem.php>>..

GALANTE, D., da SILVA E.P., RODRIGUES, F., HORVATH, J.E. e AVELLAR, M.G.B., Astrobiologia uma ciência emergente. Tikinet, Edição IAG/USP, São Paulo, 2016.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social - 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOUVEIA, R. Características do Sol. Toda Matéria. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/caracteristicas-do-sol/>> acesso em 18 jan. 2021.

HALLIDAY D.; WALKER, J.; RESNICK, R. Fundamentos da Física: gravitação, ondas e termodinâmica– 8. ed.- Rio de Janeiro: LTC, v.2. 2009.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica – 10. ed. – Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2016.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. Física – Mecânica – 4^o ed. – Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 1983.

HELERBROCK, R. Exoplanetas. Mundo Educação. Disponível em <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/exoplanetas.htm>> . Acesso em: 09 jul. 2021.

INCRÍVEL. 7 PREVISÕES para o Futuro da Terra nos Próximos 200 Anos, por Stephen Hawking. Youtube, 2018. 1 vídeo (11 min58seg). Disponível em:<https://www.youtube.com/watch?v=qdbYn_9L9A8> . Acesso em: 18 jan. 2021.

JUNGES, A. L.; SANTOS, V.; MASSONI, N. T. e SANTOS, F. A. C. Efeito Estufa e Aquecimento Global: uma Abordagem conceitual a partir da física para educação básica. Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.5 p.126, 2018. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID531/v13_n5_a2018.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2023.

KAHOOT, Disponível em: <<https://support.kahoot.com/hc/pt-br/articles/115002884788-Como-criar-kahoots-e-perguntas>>. Acesso em: 10 out. 2021.

KHAN ACADEMY, O ciclo da água. [s.d.]. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/5-ano/materia-e-energia-a-gua-na-terra/a-agua-na-terra/a/distribuicao-da-agua-na-terra>> . Acesso em: 08 maio 2023.

LIMA, A. L. L. Método científico. Brasil Escola. [s.d.]. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/metodo-cientifico.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2021.

MAGALHÃES, V. A., **Experimentação: a construção de terrários como atividade prática investigativa no ensino de ciências da natureza.** In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. Curitiba: SEED/PR.; 2016. (Cadernos PDE). Disponível em:<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_pdp_cien_uem_valdnevalvesmagalhaes.pdf> . Acesso em: 12 jul. 2021.

MELLO, G. P. de. Planetas habitáveis: onde estão os lugares no Universo adequados ao nosso ou a outros tipos de vida? Cap. 4. In: GALANTE, D.; et al. (Org). Astrobiologia, uma ciência emergente. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. Disponível em

<<https://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

MENEZES, P. Método Científico. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/metodo-cientifico/>> . Acesso em: 18 jan. 2021.

MOREIRA M. A. e OSTERMANN, F. Sobre o Ensino do Método Científico, **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v.10, n.2: p.108-117, ago.1993. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7275/14939>> Acesso em: 18 abr. 2021.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Porto Alegre- RS Aprendizagem Significativa em Revista/*Meaningful Learning Review*, 2011. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf> >. Acesso em: 25 jan. 2022.

_____, Desafios no ensino da física. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, suppl. 1, e20200451 (2021). Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxHqLy/?lang=p>> Acesso em: 25 jan. 2022.

O UNIVERSO: além do Big Bang. History Channel, 2010, 1 vídeo (1h30min51seg). Disponível em: <<https://gloria.tv/post/k3z3UJZ8CiRX12WALNZFQ9MkD> >. Acesso em: 18 jan. 2021.

Pedagogia & educação, "Sistema Solar: planetas e características". 2013. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/sistema-solar-planetasecaracteristicas.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

PROJETO SOLARES UFES. Carrinho solar: projeto social solares. Vida de silício, 2018. Disponível em <<https://portal.vidadesilicio.com.br/robo-carrinho-solar/>> Acesso em: 09 jul. 2021.

RAMALHO, F.; FERRARO, N.; SOARES, P. Os Fundamentos da Física 2: Termologia, Geometria da luz e Ondas. 1ª edição. São Paulo, Editora Moderna, 1977.

RAMALHO, F.; FERRARO, N.; SOARES, P. Os Fundamentos da Física 2: Termologia, Óptica e Ondas, 9ª edição. São Paulo, Editora Moderna, 2016.

SARMENTO, K. K. F. *et al.* Aplicação da destilação solar na potabilização de águas contaminadas, Research, Society and Development, v. 10, n. 11, e322101119644, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19644>. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/19644/17573/241415>>. Acesso em 10 out. 2021.

ROSA, N. Futuro do planeta Terra está mais ameaçado do que se imagina, diz novo estudo, 2015. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/meio-ambiente/futuro-do-planeta-terra-esta-mais-ameacado-do-que-se-imagina-diz-novo-estudo-177728/>>. Acesso em :12 jul 2021.

SILVEIRA, F. L. Efeito do campo magnético do Sol na Terra. CREF, 2017. Disponível em <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=efeito-do-campo-gravitacional-do-sol-na-terra>> Acesso em: 12 jul. 2021.

SOUSA, Rafaela. "Sistema Solar"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/sistema-solar.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SOUZA, Y. L. - "Sobre a astrobiologia". [s.d]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ciencias/astrobiologia/>. Acesso em: 10 out. 2021.

VAL, A. M. G. do; DOMINGUES, R. Z.; MATENCIO, T. Diagrama de fases. Curso de Química, Modalidade de Ensino a Distância, UFMG. Disponível em <https://www2.ufjf.br/quimicaead//files/2013/09/FQ_II_Diagramasdefase.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

VALIO, A., DIVULGA, SAIFR. Detectando Exoplanetas: Nobel de Física 2019. Youtube, 2019. 1 vídeo (9min35s). Disponível em: < <https://youtu.be/upKY2QqxPLI>> Acesso em 18 jan. 2021.

VILLATE, J. Ondas Eletromagnéticas e Luz, 2016. Universidade do Porto, Lisboa. Disponível em: <<https://villate.org/eletricidade/ondas.html>>. Acesso em: 05 fev. 2021.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZUCCO, J. A., 2012. Estrelas: nascimento e morte – qual futuro do Sol? Trabalho de Conclusão de curso, Departamento de Física, Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <<http://site.dfi.uem.br/wp-content/uploads/2016/12/JAQUELINE-ACOSTA-ZUCCO.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2021.