



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ – REITORIA DE ENSINO DE PÓS – GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS – GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

GILSON ALVES DA SILVA

PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRANDO TÓPICOS DE TERMODINÂMICA À
ASTRONOMIA DO SISTEMA SOLAR**

TERESINA

2022



Ao Professor

Caro professor, de acordo com pesquisas em educação, sabemos que trabalhar os conhecimentos físicos relacionados à termodinâmica no contexto do Ensino Médio não tem sido uma tarefa simples, mesmo existindo variados exemplos de aplicação em nosso cotidiano. Podemos observar que os alunos ainda apresentam muitas dificuldades para compreender os conceitos introdutórios relacionados à Termodinâmica. Com o intuito de melhorar a compreensão destes conteúdos, pensamos como elemento mediador do aprendizado, a utilização de uma Sequência Didática, na qual integramos os conceitos introdutórios em termodinâmica ao atrativo contexto do Sistema Solar.

Acreditamos que esta Sequência Didática, composta por seis etapas, apresenta um bom potencial no que se refere ao processo de ensino-aprendizagem dos conceitos físicos sobre as variáveis termodinâmicas, pois as variáveis em questão (pressão, volume e temperatura), apresentam-se como ponto de partida para uma aprendizagem significativa da Termodinâmica. Integrar as variáveis termodinâmicas ao atrativo contexto do Sistema Solar com os propósitos de melhoria na aprendizagem das variáveis termodinâmicas é a ideia central de nosso produto educacional que ora apresentamos.

Apresentamos, a seguir, uma Sequência Didática, demonstrando o passo a passo da aplicação integradora entre as variáveis termodinâmicas e o atrativo contexto do Sistema Solar, com o intuito de que você professor consiga levar os alunos a terem uma melhor compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula.



SUMÁRIO

1- PROPOSTA DO PRODUTO EDUCACIONAL	4
2- PÚBLICO ALVO.....	5
3- OBJETIVO GERAL	5
4- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
5- CONTEÚDOS.....	6
6- RECURSOS DIDÁTICOS	6
7- AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM	7
8- ETAPAS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	7
9- REFERÊNCIAS	25



1 PROPOSTA DO PRODUTO EDUCACIONAL

Apresentamos neste material o Produto Educacional, na qual professores de Física do Ensino Médio encontrarão instruções necessárias à sua implementação em sala de aula. Este Produto Educacional constitui-se de uma Sequência Didática (SD) na qual realiza-se uma integração entre a Termodinâmica e a Astronomia. Esta SD é parte integrante do Trabalho de Conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí.

Nossa experiência discente e docente nos conduz a esta proposta de trabalho, qual seja, integrar Termodinâmica e Astronomia com os propósitos de proporcionar aos estudantes uma Aprendizagem Significativa. Com esta SD integramos o nosso objeto de estudo, as '*variáveis termodinâmicas*' a tópicos de Astronomia associados ao Sistema Solar. O uso da astronomia como auxílio ao ensino e aprendizagem das variáveis termodinâmicas se justifica pelo fato de a astronomia ser uma área do conhecimento de caráter interdisciplinar e também por atrair a curiosidade dos estudantes:

[...] a astronomia desperta a fascinação pelas ciências de crianças, jovens e adultos de todo o mundo. Por se tratar de um tema tão atrativo e interdisciplinar, vários países possuem a astronomia como parte integrante do currículo de ciências devido, entre outros motivos, à sua função de despertar o interesse dos estudantes pela ciência (AROCA; SILVA, 2011, p 1).

Corroboramos que esta SD propõe articular uma contribuição ao processo de apropriação das variáveis termodinâmicas por parte de nossos estudantes. As variáveis termodinâmicas trabalhadas nesta SD são, especificamente, *volume*, *pressão* e *temperatura*. Trata-se, portanto, de conceitos tradicionalmente trabalhados no 2º ano do Ensino Médio. Acreditamos que uma Aprendizagem Significativa das variáveis termodinâmicas acima citadas, colaborará para uma compreensão da área da Física conhecida como Termodinâmica. A ideia de utilizar a Astronomia como elemento motivador a esta integração é, conforme Aroca e Silva (2011, p. 1), o fato de “a astronomia despertar a fascinação pelas ciências de crianças, jovens e adultos de todo o mundo”.



Além disso, observamos a partir de pesquisas recentes em educação que, em geral, estudantes apresentam dificuldades no aprendizado da Termodinâmica por não ter se apropriado adequadamente dos conceitos relacionados às variáveis termodinâmicas, necessárias a uma Aprendizagem Significativa à grande área da Física, a Termodinâmica. Por isso propomos um método alternativo, qual seja, integrar as variáveis termodinâmicas à astronomia, pelos motivos já citados.

Diante do exposto, e em consonância com o pensamento de Zompero e Laburú (2010, apud Coll, 2002):

[...] o aluno aprende um conteúdo, uma explicação, um procedimento, um valor quando consegue atribuir-lhe significados. Se não há essa atribuição de significados, a aprendizagem é memorística, limitando-se a uma repetição do conteúdo.

É exatamente o que pretendemos com a elaboração deste Produto Educacional, qual seja, quebrar o paradigma de uma aprendizagem meramente memorística. Como faremos isso? Integrando cada variável termodinâmica ao contexto da astronomia relacionada ao Sistema Solar.

2 PÚBLICO ALVO

Professores do 2º ano do Ensino Médio.

3 OBJETIVO GERAL

Desenvolver aulas de Física em uma turma do 2º ano do Ensino Médio sobre 'variáveis termodinâmicas' a partir de uma integração com a Astronomia, de modo a possibilitar uma Aprendizagem Significativa destes conceitos.

4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um diagnóstico inicial, a partir da aplicação de um questionário



semiestruturado denominado “Teste de Sondagem”, acerca dos conhecimentos prévios dos alunos sobre Astronomia relacionada ao Sistema Solar e as variáveis termodinâmicas.

- Associar as variáveis termodinâmicas pressão e temperatura a diferentes contextos.
- Discutir os eventos relacionados à origem do Sistema Solar com enfoque nas variáveis termodinâmicas.
- Apresentar as definições para cada uma das variáveis termodinâmicas, integrando-as ao contexto do Sistema Solar.
- Discutir concepções alternativas em astronomia.
- Verificar através das atividades propostas se houve (ou não) a apropriação, por parte dos estudantes, dos conceitos relacionados às variáveis termodinâmicas a partir da integração destas com a Astronomia.

5 CONTEÚDOS

Pressão e temperatura em gases; Origem e formação do Sistema Solar; Variáveis termodinâmicas: temperatura, pressão e volume; Pressão no planeta Júpiter; Temperatura nos planetas; Estudo dos diferentes volumes observados no Sistema Solar; Concepções alternativas em Astronomia.

6 RECURSOS DIDÁTICOS

Textos impressos, livros didáticos, bolas de isopor, papelão, cola, papel colorido, tinta para isopor e papelão, pincel, régua, quadro branco, apagador, papel A4 branco, cartolina, data show.



7 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

O processo avaliativo considerará todas as atividades desenvolvidas e aplicadas pelos estudantes durante o desenvolvimento da Sequência Didática. Tanto aspectos quantitativos quanto os qualitativos serão considerados como avaliação da aprendizagem. Os aspectos qualitativos envolvem, dentre outras coisas, a participação efetiva e a assiduidade a todas as atividades propostas, os questionamentos advindos dos estudantes e os relatórios produzidos durante toda a Sequência Didática. Para os aspectos quantitativos, sugerimos o uso de todos os questionários aplicados, o resultado das atividades individuais e em grupo, e, por fim, o questionário final aplicado ao final da Sequência Didática que terá um peso maior em relação às demais atividades, na qual será avaliado a apropriação dos conceitos relacionados às “variáveis termodinâmicas”.

8 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Primeira Etapa (2 horas-aula): Nesta etapa, inicie aplicando o questionário introdutório da Sequência Didática, denominado “Teste de Sondagem” (Apêndice C), sobre as concepções dos estudantes em Astronomia e Termodinâmica. Sugerimos organizar esta etapa em dois momentos distintos.

A princípio, conduza a aplicação do questionário solicitando que expressem suas respostas sem nenhuma consulta a algum material. Caso julgue necessário, leia em voz alta para todos cada uma das questões, anotando as principais dúvidas que os estudantes tenham ao longo dos registros de respostas ao questionário.

A seguir, recolha os questionários dos estudantes e conduza uma discussão no âmbito coletivo, discutindo cada uma das 11 questões apresentadas neste Teste de Sondagem. Espera-se que este segundo momento conduza os estudantes a novos questionamentos e, a partir destes incentive os estudantes a acompanhar as demais etapas da Sequência Didática, onde todos terão a oportunidade de vivenciar em contexto astronômico cada uma das variáveis termodinâmicas envolvidas nas etapas desta Sequência Didática.

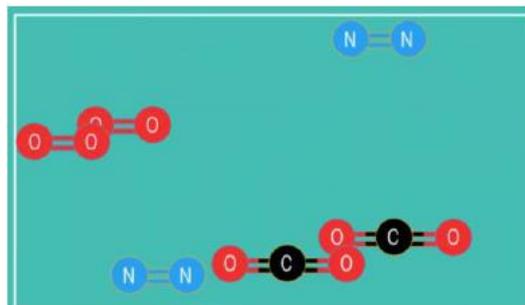
Segunda Etapa (2 horas-aula): Inicie esta etapa lembrando as ideias trabalhadas no Teste de Sondagem. A seguir apresente aos estudantes o texto abaixo (*Pressão e Temperatura em Gases*), na qual é baseado em um vídeo do Youtube cujo link é: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtMlwg>. Este vídeo apresenta a peculiaridade de ser bem colorido, animado e por apresentar os conceitos termodinâmicos numa linguagem mais próxima dos estudantes.

Inicialmente apresente o vídeo, cuja duração é de 3 minutos e 5 segundos, para os estudantes e solicite que todos o acompanhem atentamente. Embora este vídeo esteja no idioma inglês, o texto *Pressão e Temperatura em Gases* (em português) auxiliará os estudantes para uma melhor compreensão de seu conteúdo.

PRESSÃO E TEMPERATURA EM GASES

Imaginemos uma sala cheia de minúsculas bolas movendo-se constantemente em direções diferentes. Isso é equivalente ao movimento das moléculas em um gás. Podemos descobrir mais sobre esses gases incríveis e o efeito da *temperatura* e da *pressão* sobre eles.

Figura 1 – Moléculas em um gás.



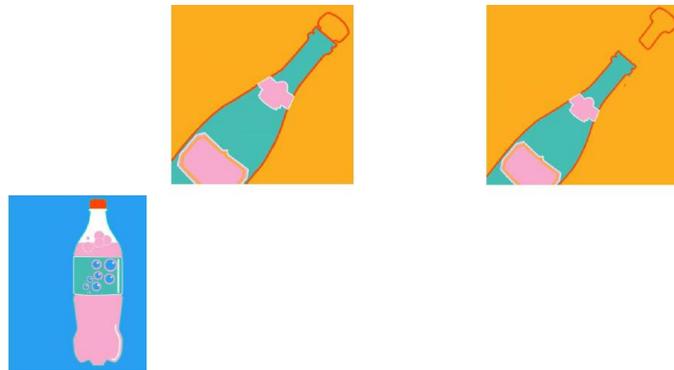
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtMlwg>

Você já se perguntou por que a rolha de uma garrafa de champanhe explode ou o que ocorre com o gás quando você abre uma garrafa de refrigerante agitada? Tudo isso tem a ver com o *gás* e a *pressão* que se acumulam dentro das garrafas.

Podemos verificar que os gases exercem uma pressão sobre qualquer superfície em que estejam em contato. Quanto mais partículas atingem as paredes do recipiente, maior é a pressão. Porque ao agitar uma garrafa de refrigerante (e quando ela borbulha), ela parece mais rígida do que antes? O motivo disso são as

partículas do gás (agitadas) sendo empurradas contra as paredes desta garrafa de plástico. Estes impactos contra as paredes do recipiente deixam-nas com um aspecto mais rígido. Isto está exemplificado na Figura 2, onde podemos visualizar, esquematicamente, uma garrafa de champanhe sendo agitada (uma sequência de duas imagens) e, a mesma ideia sendo retratada por uma garrafa de refrigerante (desta vez em apenas uma imagem). Observe atentamente esta Figura 2 e tente visualizar a variável “pressão” em ação em um contexto cotidiano.

Figura 2 – Pressão em garrafas de refrigerante e champanhe.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtmlwg>

Estas situações podem ser descritas matematicamente pela seguinte equação:

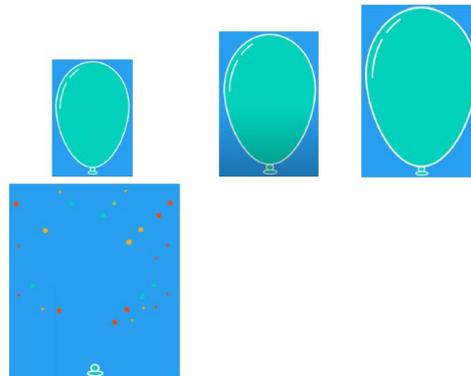
"Pressão é a força por unidade de área"

$$P = \frac{\text{força}}{\text{área}}$$

Podemos também observar o efeito da pressão nos gases quando enchemos bastante um balão e este estoura. Pode a Física nos apresentar uma explicação para isso? O motivo disso é o aumento da pressão das moléculas de ar sendo empurradas contra o balão de borracha. Este efeito pode ser visualizado na Figura 3:



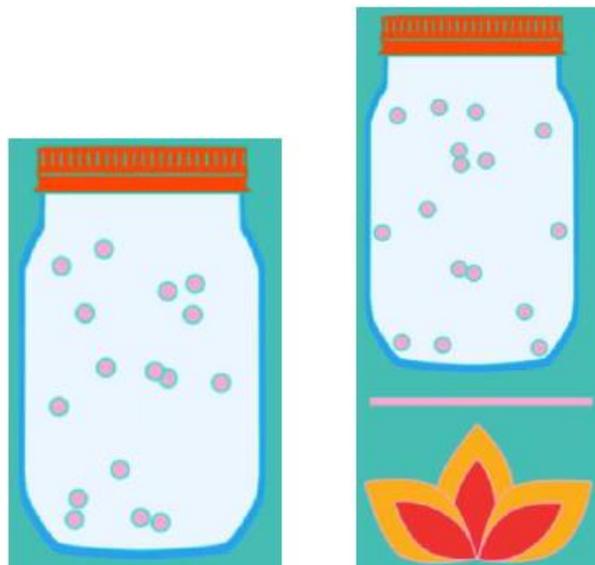
Figura 3 – Pressão em balões de festa



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtMlwg>

Muito aquecimento também aumenta a pressão, porque à medida que um gás é aquecido as partículas ganham mais energia e se movem mais rapidamente. Isto significa que suas partículas atingem as paredes do contêiner mais frequentemente. Em consequência disso, a pressão aumenta consideravelmente e, caso esta pressão seja muito grande, o contêiner pode novamente estourar.

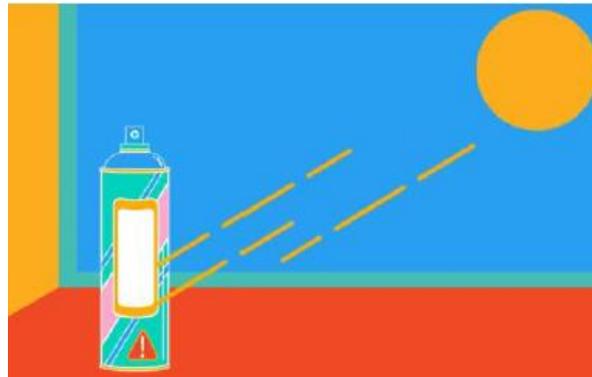
Figura 4 – Pressão nas paredes de um contêiner



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtMlwg>

Você já deve ter lido no rótulo de seu desodorante algum aviso sobre não o deixar exposto ao Sol. Qual o motivo deste aviso?

Figura 5 – Desodorante exposto ao Sol



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtmlwg>

Isso ocorre porque dentro da lata temos um gás e, como acabamos de descobrir, aquecer um gás aumenta a sua pressão, e isso pode resultar em uma explosão, o que não é muito bom.

O que acontece se, em seguida, resfriarmos o gás? A Figura 6 esclarece:

Figura 6 – Resfriando o gás dentro de um balão de festa



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtmlwg>

Desta vez as partículas terão menos energia e, portanto, menos pressão está sendo exercida sobre o contêiner, e é por isso que os balões encolhem e ficam flácidos.

Temos ainda outro exemplo, algo que provavelmente, nenhum de nós gosta, qual seja, agulhas e seringas.

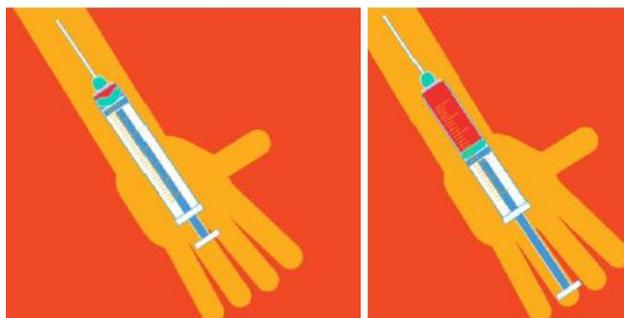
Figura 7 – Pressão em agulhas e seringas



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtMlwg>

Agulhas e seringas funcionam devido à pressão dos gases. Quando o êmbolo de uma seringa é puxado, isso faz com que o volume na câmara aumente, este volume aumentado faz com que a pressão interna diminua, criando um vácuo (ausência de ar) que deseja retomar aos níveis atmosféricos normais, uma vez que é um sistema fechado. Exceto para a agulha em seu braço, o único fluido disponível é o sangue, que é sugado para a câmara. O seu sangue então reduz o volume a pressão aumenta de volta ao normal. Podemos visualizar a partir da Figura 8:

Figura 8 – Uso da pressão em seringas



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NzKAJWtMlwg>

Podemos sintetizar algumas ideias aqui estudadas:

- Aumentando o volume, a pressão no gás diminui;
- Aumentando a temperatura em um volume de um certo recipiente fechado, percebemos um aumento na pressão do gás;
- Aumentando o número de moléculas (ou partículas) de um certo recipiente fechado, a pressão do gás aumenta.



Ao final da exposição do vídeo e da leitura coletiva do texto didático, conduza um debate sobre as variáveis termodinâmicas envolvidas, tendo por base os questionamentos a seguir:

- 1) Porque a pressão atmosférica não quebra as vidraças de uma janela?
- 2) Por que não existe atmosfera na Lua?
- 3) Por que uma bola macia e pouco cheia ao nível do mar torna-se mais dura quando levada para uma montanha de grande altitude?
- 4) Por que um mergulhador não pode simplesmente respirar através de uma mangueira que se estende até a superfície?
- 5) A pressão atmosférica deve-se:
 - a) Ao peso da atmosfera
 - b) Ao peso e ao volume da atmosfera
 - c) À densidade e ao volume da atmosfera
 - d) Ao próprio planeta Terra
- 6) Quando você aperta um balão de aniversário cheio de gás, você aumenta:
 - a) Seu volume
 - b) Sua massa
 - c) Seu peso
 - d) Sua densidade
- 7) Quando a velocidade do vento aumenta no topo de uma colina, a pressão atmosférica ali:
 - a) Aumenta
 - b) Diminui
 - c) Não é afetada



d) Reduz-se a zero

Terceira Etapa (2 horas-aula): Nesta etapa trabalharemos os eventos que culminaram na formação do Sistema Solar. O objetivo específico para esta etapa, é proporcionar aos alunos uma visão geral das variáveis termodinâmicas (temperatura, volume e pressão) em ação, no contexto da origem e formação do Sistema Solar. Sendo assim, inicie esta Terceira Etapa lembrando as respostas dos estudantes ao “Teste de Sondagem” (Primeira Etapa), dedicando uma atenção especial nas concepções dos estudantes em Astronomia. Resgate também as discussões sobre as variáveis termodinâmicas abordadas na etapa anterior (Segunda Etapa). O que foi trabalhado e discutido nas duas etapas anteriores são fundamentais para a condução desta Terceira Etapa.

Para enriquecer a discussão sobre os eventos relacionados à origem e formação do Sistema Solar apresente o vídeo “*A Formação do Sistema Solar*” (YouTube: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=9nQHTGtZev8&t=915s>)

Um vídeo razoavelmente longo (20 minutos de duração), por isto sugerimos que o link do vídeo seja previamente enviado aos seus estudantes. No entanto, este vídeo também pode ser exibido integralmente no percurso da aula (a critério do planejamento e eventuais adaptações do professor). O vídeo sugerido para as discussões sobre a origem e formação do Sistema Solar apresenta uma linguagem mais próxima dos jovens estudantes e um aspecto visual bastante animado.

Durante a exposição deste vídeo, instigue os alunos a visualizar as variáveis termodinâmicas (temperatura, pressão e volume) em ação no contexto do Sistema Solar. Para um maior aprofundamento das ideias abordadas no vídeo, distribua aos alunos o texto “*Formação do Sistema Solar*”. Este texto será bastante útil para a atividade final proposta para esta Terceira Etapa de aplicação da Sequência Didática.

FORMAÇÃO DO SISTEMA SOLAR¹

Não temos, até o momento, uma teoria sobre a origem e formação do sistema solar inteiramente satisfatória. A explicação mais aceita é a da Nebulosa

¹ Extraído e adaptado de <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/newcap03.pdf> e resumo de https://wp.ufpel.edu.br/vmalves/files/2018/10/aula2_2018.pdf

Solar Primitiva (NSP), primeiramente proposta por Laplace, em 1796, na qual os planetas seriam subprodutos da formação do Sol e todo o Sistema Solar teria se formado da matéria interestelar.

Mas, de fato, como ocorre a formação de uma estrela? A formação tem início quando uma nuvem interestelar sofre processos de fragmentação e colapso. No entanto, para que uma dada nuvem entre em colapso sobre si mesma é necessário que algumas condições sejam satisfeitas. Por exemplo, a massa deve ser de aproximadamente 1 milhão de vezes a massa do Sol. Quando falamos em colapso queremos dizer que as partículas de poeira constituintes da nuvem começam a se aglomerar e, quando isso ocorre as suas partículas ficam cada vez mais próximas umas das outras, até que atingem um determinado nível, chamado de crítico. Como são necessários que a massa da nuvem seja por volta de 1 milhão de vezes a massa do Sol para entrar em colapso, concluímos que um único colapso pode resultar em uma grande quantidade de estrelas e, por este motivo, é comum encontrarmos estrelas em aglomerados e sistemas múltiplos.

Figura 9 – Região de formação de estrelas



Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/newcap03.pdf>

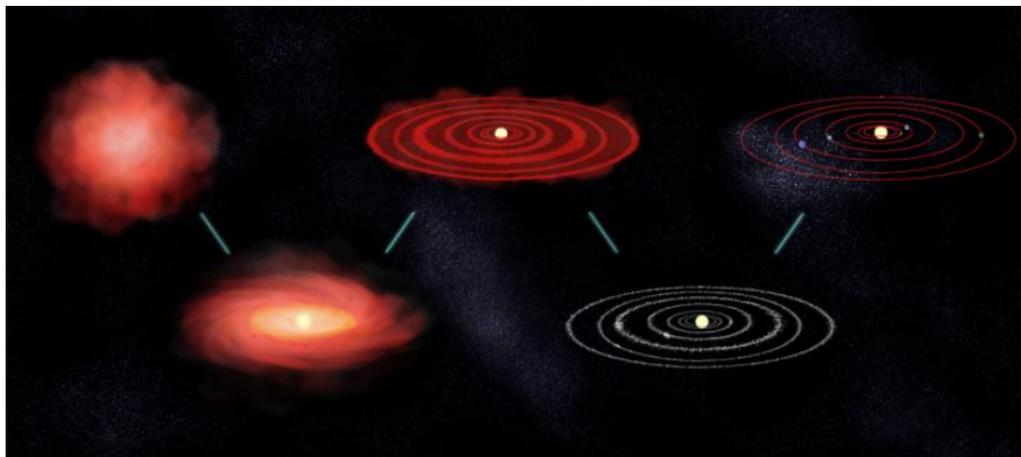
Analisando a Figura 9, vemos à esquerda a nuvem escura de gás e poeira chamada Barnard 86 e, à direita aparece o aglomerado estelar jovem (azulado) NGC6520. Vejamos agora de forma resumida como surgiu o nosso sistema solar, segundo os conhecimentos científicos atuais:

Há aproximadamente 4,6 bilhões de anos, uma nuvem de gás e poeira interestelar se contrai devido à gravidade e à medida que contrai, a nuvem gira mais

rápido, se achata e aquece em direção ao seu centro. Enquanto o Sol se forma no centro, rochas e metais condensam na parte interna começando a formar os planetas internos rochosos. Gelo e rochas condensam na parte externa para formar os planetas gasosos e gelados externos.

Pedaços de pedra e metais cada vez maiores e pedaços de gelo e rochas cada vez maiores acretam para formar protoplanetas. Os protoplanetas mais externos começam a atrair gravitacionalmente o Hidrogênio (H) e Hélio (He), que não existem em grande abundância na parte interna e quente do Sistema Solar. Quando a fusão nuclear se inicia no interior do Sol, o vento solar expulsa a poeira e gás restantes para fora do Sistema Solar, deixando os planetesimais e pedaços grandes de rochas (asteroides) e gelo (cometas). Temos então, nesse processo, *planetas jovianos* (grandes, baixa densidade), na parte externa e *planetas terrestres* (pequenos, alta densidade), na parte interna. Podemos concluir que *Planetas* são subprodutos da formação estelar. Apresentamos, na figura 2 uma representação artística sobre a formação do Sistema Solar.

Figura 10 – Formação do Sistema Solar

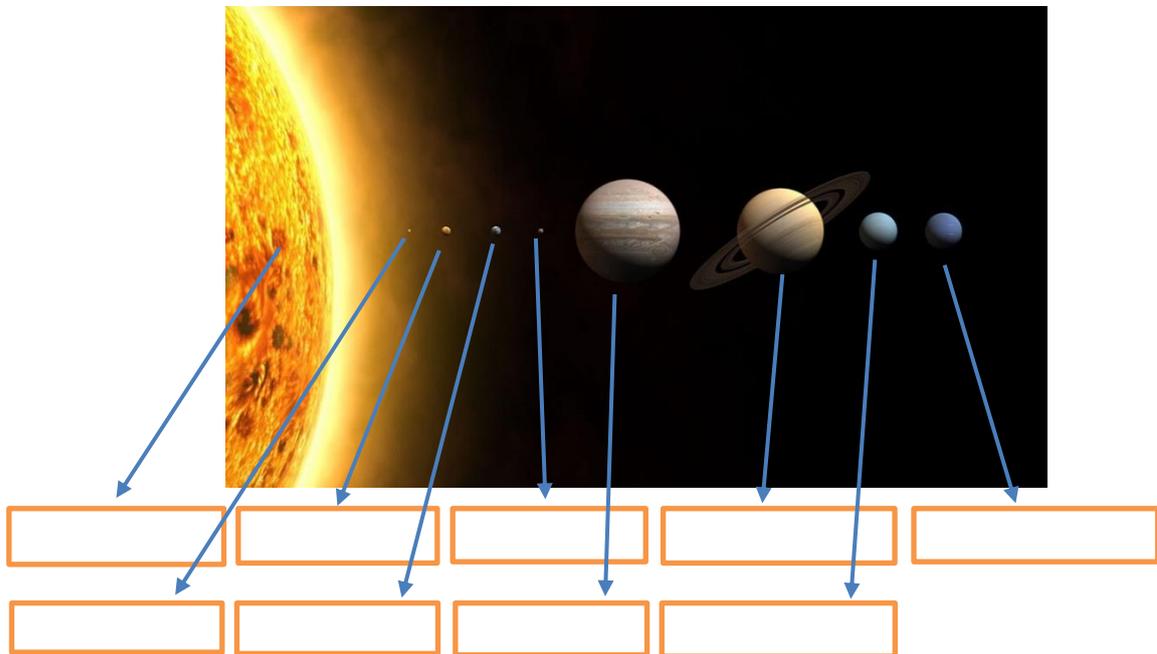


Fonte: https://wp.ufpel.edu.br/vmalves/files/2018/10/aula2_2018.pdf

Após conduzir uma leitura acerca texto sobre a formação do Sistema Solar, proponha um debate tendo como guia os seguintes questionamentos:

1) Associe corretamente o nome dos planetas do Sistema Solar abaixo:

Figura 11 – Sistema Solar



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Planets2013-unlabeled.jpg>. Acesso em: 12 mar.

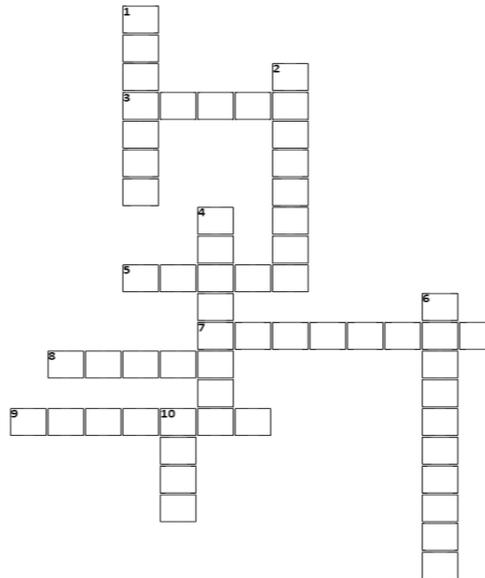
2021

2) Assinale o item correspondente à teoria mais aceita como explicação para a origem e formação de nosso Sistema Solar:

- a) Cinturão de asteroides solar
- b) Teoria gasosa solar
- c) Supernova solar
- d) Nebulosa solar

3) Complete as palavras cruzadas com seus conhecimentos acerca do Sistema Solar.

Figura 12 – Sistema Solar em palavras cruzadas



Fonte: O próprio autor

Horizontais

3. Um gigante de gelo
5. O planeta mais brilhante do Sistema Solar
7. O menor dos planetas
8. Possui duas luas (Deimos e Phobos)
9. O maior dos planetas

Verticais

1. É conhecido pelos belos anéis que o rodeiam
2. Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, são planetas

4. Lua de Júpiter
6. O nome de nossa galáxia
10. Lua de Saturno



Finalize o encontro dividindo a turma em 5 grupos e proponha que estes produzam cartazes e/ou maquetes mostrando a evolução do Sistema Solar, desde a nuvem interestelar que o originou até o estágio atual. A culminância desta atividade (apresentação dos cartazes e/ou maquetes) sendo realizada na etapa seguinte (Quarta Etapa).

Quarta Etapa (2 horas-aula): Inicie esta etapa retomando as ideias trabalhadas na etapa anterior relativas à formação do Sistema Solar, com enfoque nas variáveis termodinâmicas envolvidas (temperatura, volume e pressão). A seguir, reserve um espaço para que os alunos exibam as maquetes e/ou desenhos acerca da atividade proposta na etapa anterior sobre os eventos que culminaram a origem e formação do Sistema Solar.

Após este resgate das ideias trabalhadas na etapa anterior, conduza a exibição de três vídeos curtos que destacam volumes e dimensões no Universo (vídeo 1), curiosidades sobre o planeta Júpiter (vídeo 2) e temperaturas nos planetas (vídeo 3).

Vídeo 1: “*Universe size comparison*”

Duração: 5 minutos

Link: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=TXfOzhZGtNw>

Questões

1) De acordo com o vídeo, qual o diâmetro do Sol?

2) Preencha o Quadro 1 conforme as instruções a seguir:

Os valores que aparecem no vídeo 1 são expressos em quilômetros (km). Adote inicialmente a escala 1:100 000 (ou seja, para cada 1 cm corresponde 100.000 km), a seguir adote a escala 1:10000 (ou seja, para cada 1 cm corresponde 10.000 km). Faça as correspondências para Plutão, Lua, Mercúrio, Marte, Vênus, Terra, Netuno, Urano, Saturno, Júpiter e Sol. Expresse



estas correspondências no Quadro 1. Avalie os dados que você inseriu no Quadro 1 e diga qual das duas escalas é a mais adequada no que diz respeito a compreensão das dimensões dos corpos celestes do Sistema Solar. Justifique a sua escolha.

Quadro 1 – Escalas no Sistema Solar

Objeto	Diâmetro (km)	1 cm \longrightarrow 100.000 km	1 cm \longrightarrow 1.000.000 km
Sol			
Mercúrio			
Vênus			
Terra			
Marte			
Júpiter			
Saturno			
Urano			
Netuno			

Escala mais adequada:

() 1 cm \longrightarrow 100 000 km

() 1 cm \longrightarrow 1 000 000 km

Justifique a sua escolha

Vídeo 2: “Seria possível pousar em Júpiter no futuro próximo?”

Duração: 9 minutos

Link: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=_wybHzng9Mg



3) De acordo com o vídeo 2 descreva como se comporta a pressão atmosférica no planeta Júpiter à medida que se avança em direção ao centro do planeta.

Vídeo 3: “Qual a temperatura dos planetas?”

Duração: 3 minutos

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=p6T5JhyJyOU>

4) De acordo com o vídeo 3 preencha o Quadro 2 com as temperaturas médias dos planetas rochosos.

Quadro 2 – Temperatura média dos planetas rochosos

Planeta	Temperatura média (°C)
Mercúrio	
Vênus	
Terra	
Marte	

5) Elabore uma explicação para a temperatura média do planeta Mercúrio. Embora seja o planeta com a órbita mais próxima do Sol, não apresenta a maior temperatura dentre todos os planetas do Sistema Solar.

6) Organize em ordem crescente os corpos celestes descritos abaixo de acordo com suas temperaturas mínimas.

- (1) Júpiter
- (2) Marte
- (3) Haumea (planeta anão localizado na região conhecida como “Cinturão de Kuiper”, descoberto em 2004)
- (4) Europa (lua de Júpiter)
- (5) Enceladus (lua de Saturno)



(6) Vênus

(7) Mercúrio

Assinale a sequência correta:

a) (7) – (6) – (1) – (5) – (2) – (3) – (4)

b) (2) – (3) – (1) – (4) – (7) – (6) – (5)

c) (3) – (4) – (5) – (1) – (2) – (7) – (6)

d) (4) – (1) – (6) – (3) – (2) – (5) – (7)

7) São planetas internos:

a) () Júpiter

b) () Marte

c) () Vênus

d) () Netuno

8) Os planetas Urano e Netuno possuem a mesma estrutura e composição dos planetas Júpiter e Saturno.

() VERDADEIRO

() FALSO

9) O menor dos planetas

a) Mercúrio

b) Vênus

c) Marte

d) Netuno

10) Não possuem luas

a) Marte e Vênus

b) Netuno e Mercúrio

c) Mercúrio e Vênus

d) Marte e Netuno



Quinta etapa (2 horas-aula): Inicie esta penúltima etapa retomando as ideias sobre Astronomia trabalhadas nas etapas anteriores. Sabemos da existência de concepções alternativas sobre Astronomia nas mídias sociais, veículos de imprensa e divulgadores científicos. Esta etapa tem por objetivo esclarecer algumas destas concepções e orientar os estudantes a avaliá-las criticamente.

Após um resgate das ideias trabalhadas no encontro anterior conduza uma discussão sobre o vídeo *“Planeta Júpiter, tudo sobre a estrela que falhou”*, a partir do link: <https://www.youtube.com/watch?v=NP0ymdPeW7w>

Este vídeo tem uma duração de 23 minutos. Caso julgue necessário encaminhe o link do vídeo com antecedência aos estudantes para que assistam. Este procedimento pode enriquecer a discussão sobre o vídeo. Durante a discussão deste vídeo em sala de aula, relembre com os estudantes as ideias trabalhadas na Terceira Etapa, na qual foi abordado as condições termodinâmicas para o surgimento ou nascimento de estrelas semelhantes ao nosso Sol.

Após a exibição do vídeo apresente o seguinte questionamento aos estudantes:

1) É correto afirmar que Júpiter é uma estrela que não deu certo? Apresente uma justificativa para a sua resposta.

A seguir apresente aos estudantes as Figuras 11 e 12:



Figura 11 – Sistema Solar 1



Fonte: https://br.freepik.com/vetores-premium/planetas-coloridos-do-sistema-solar_9122149.htm

Figura 12 – Sistema Solar 2



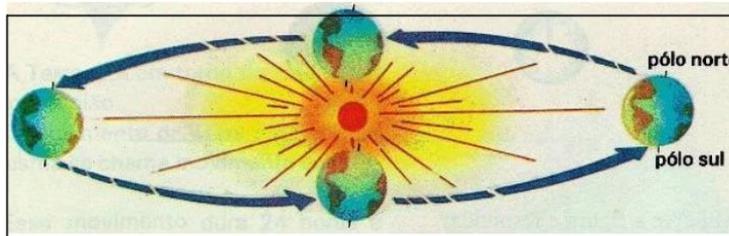
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Solar

2) Procure enumerar erros (se houver) nas Figuras 11 e 12. Caso encontre erros, apresente justificativas.

3) Analise a Figura 13 e procure se há erros em relação a explicação sobre as estações do ano. Caso os encontre, aponte justificativas.



Figura 13 – As Estações do Ano



Fonte: (LANGHI; NARDI, 2007, p. 92)

4) Quantas fases a Lua (da Terra) possui? Explique.

5) Qual(is) o(s) planeta(s) que possui(em) anel(is)?

6) Com base em sua resposta ao item 5, as figuras 11 e 12 estão corretas?

Sexta Etapa (2 horas-aula): Para esta última etapa da Sequência Didática, na qual propomos uma integração entre as variáveis termodinâmicas (temperatura, pressão e volume) e o Sistema Solar, conduza junto aos estudantes um questionário denominado “Pós-Teste” (APÊNDICE D) para fins de avaliação de todo o processo envolvido nas cinco etapas anteriores.

REFERÊNCIAS

AROCA, S. C; SILVA, C. C. Ensino de astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 01-11, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172011000100013&lng=en&nrm=iso. Acesso em 01 set. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100013>.

AS CRÔNICAS DO MUNDO. A Formação do Sistema Solar. Youtube, 7 jul. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=9nQHTGtZev8&t=915s>. Acesso em: 07 fev. 2021.



ESTUDIO ARKANO. Your mind will colapse if you try to imagine this: **Universe size comparison**. Youtube, 13 nov. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TXfOzhZGtNw>. Acesso em: 05 mar. 2021.

FUSESCHOOL, GLOBAL EDUCATION. Pressure in Gases. Youtube, 3 mai. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=NzKAJWtmlwg>. Acesso em: 05 fev. 2021.

HETEN, J. G.; PEREIRA, V. J.; OLIVEIRA, C. M. Fundamentos de Astronomia. São Paulo. IAG-USP – Departamento de Astronomia, 2010. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/newcap03.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2021.

HEWITT, P. G. Física Conceitual. Porto Alegre: Bookman, 2011.

LANGHI, R; NARDI, R. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 24, n.1, p. 87-111, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/251397584_ENSINO_DE_ASTRONOMIA_ERROS_CONCEITUAIS MAIS COMUNS PRESENTES EM LIVROS DIDATICOS DE CIENCIAS/link/588f3f9445851567c9405de7/download. Acesso em: 12 mar. 2021.

INCRÍVEL. Seria possível pousar em Júpiter no futuro próximo. Youtube, 4 nov. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=wybHzng9Mg>. Acesso em: 13 abr. 2021.

INTERESSE PELO UNIVERSO. Qual a temperatura dos planetas? Youtube, 1 jan. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=p6T5JhyJyOU>. Acesso em: 2 abr. 2021.

SUPER FATO. Planeta Júpiter, tudo sobre a estrela que falhou. Youtube, 3 nov. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=NP0ymdPeW7w>. Acesso em: 23 jan. 2021.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

ZOMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.



12, n. 3, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v12n3/1983-2117-epec-12-03-00031.pdf>. Acesso em: 24 set. 2020.