



ENSINO DE ASTRONOMIA USANDO UM JOGO DE TRILHA PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO ESTELAR NO ENSINO MÉDIO.

CLAUDIO ROBERTO BARROZO DA SILVA

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva Miranda

Recife
2020.

Aprender é única coisa que a mente não se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.

Leonardo da Vinci

Toda criança começa como um cientista nato... mas, apenas alguns mantêm a sua admiração e entusiasmo pela ciência intacto.

Carl Sagan

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Esquema dos tópicos estudados.....	6
Figura 2 –	O ciclo de vida do Sol	8
Figura 3 –	Nebulosa planetária NGC 3132	8
Figura 4 –	O Sol como uma estrela anã branca	9
Figura 5 –	Supernova Cassiopeia A	10
Figura 6 –	Quadro geral do ciclo de vida de uma estrela.....	11
Figura 7 –	Diagrama Hertzsprung-Russell (HR)	12
Figura 8 –	Trecho da Nebulosa	18
Figura 9 –	Trecho do Sol	18
Figura 10 –	Trecho da Gigante Vermelha	19
Figura 11 –	Trecho da Anã Branca	19
Figura 12 –	Cartão azul - Trecho da Nebulosa	20
Figura 13 –	Cartão amarelo - Trecho do Sol	21
Figura 14 –	Deslocamento do avatar.....	23
Figura 15 –	Momento de aplicação do jogo	24
Figura 16 –	O tabuleiro do jogo Via Solare	25
Figura 17 –	Quadro geral das etapas desenvolvidas	27
Figura 18 –	Estudantes usando o jogo Via Solare.....	30
Figura 19 –	Estudantes jogando o Via Solare	31
Figura 20 –	Estudantes respondendo os testes	32
Figura 21 –	Resultados dos testes dos testes aplicados.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	FUNDAMENTAÇÃO FÍSICA.....	6
2.1	Evolução estelar	6
3	O USO DE JOGOS EDUCATIVOS	14
4	PRODUTO EDUCACIONAL	17
4.1	O jogo de tabuleiro: Via Solare	17
5	APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	26
6	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	33
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
	APÊNDICE A – TESTE DE SONDAÇÃO	40
	APÊNDICE B – OS CARTÕES E TABULEIRO DO JOGO	42

1. INTRODUÇÃO

A astronomia desperta grande interesse e curiosidade da maioria dos estudantes, seja no ensino fundamental ou médio. Desde a antiguidade os conhecimentos da astronomia foram aplicados para diversos objetivos. E ao longo do tempo várias civilizações aplicaram a astronomia para orientações no globo terrestre, e em ações relacionadas a agricultura, assim como os Maias, por exemplo, usaram esses conhecimentos para determinar o período para realizar as plantações. Existe vários motivos que justificam a importância em se estudar a Astronomia.

A Astronomia está profundamente enraizada na história de quase todas as sociedades, como um resultado de suas aplicações práticas e suas implicações filosóficas. Ela ainda tem aplicações diárias na determinação do tempo, estações, navegação e clima, assim como para questões de períodos mais longos como mudança climática e evolução biológica. A Astronomia não apenas contribui para o desenvolvimento da Física e outras ciências, mas é uma ciência importante e excitante por si mesma. Ela lida com estrelas, planetas e a própria vida. Ela mostra nosso lugar no tempo e no espaço, e nosso parentesco com outras espécies na Terra. (PERCY, 1998, p.2)

Os temas de evolução estelar serão levados para a sala de aula, na disciplina de física. Mas é importante relacionar esses temas com os conhecimentos prévios dos estudantes, de modo que exista uma conexão significativa. Pesquisar os conhecimentos prévios dos estudantes é importante para o professor refletir o seu planejamento com essas informações. No meu caso, usei um teste de sondagem e conversei com eles sobre diversos temas de astronomia, mas o foco era o ciclo de vida de uma estrela.

Elaborei um jogo de tabuleiro, especificamente, um jogo de trilha, onde o percurso é composto por perguntas sobre o ciclo de vida de uma estrela. Então, projetei um jogo de trilha com um percurso dividido em quatro trechos, e aos poucos foi melhorando as estruturas físicas, mas o que me preocupava era o banco de dados das questões para construir os cartões. Até porque o jogo será aplicado numa turma, onde teremos dezenas de participantes.

O objetivo foi pesquisar e avaliar o ensino e aprendizagem dos tópicos relacionados ao estudo do ciclo de vida de uma estrela através da aplicação de um jogo de tabuleiro, nomeado de *Via Solare*, numa turma de ensino médio. Para isso, o primeiro passo foi verificar, a partir de uma sondagem, os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes sobre conteúdos de astronomia. E com base nas informações obtidas desenvolver atividades para promover ensino e aprendizagem dos estudantes sobre as etapas do ciclo de vida de uma estrela. A próxima etapa foi elaborar uma trilha, jogo de tabuleiro, ou seja, um material didático pedagógico voltado para o conteúdo de astronomia na disciplina de física, tendo como base os resultados obtidos na análise dos subsunçores dos estudantes. E após as aplicações das atividades analisar a influência da trilha, *Via Solare*, no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de astronomia abordados.

O teste de sondagem serviu para saber quais são os conhecimentos prévios dos estudantes e assim, planejar as atividades e jogo levando em consideração essa informação. Elaborar um jogo de trilha, onde geralmente, precisa de uma grande quantidade de perguntas, deve-se ter em mente o nível de escolaridade dos participantes. Não verificar os conhecimentos prévios dos estudantes, pode-se elaborar um jogo com perguntas de temas que não faz parte da sua estrutura cognitiva. Falar de quasar, blazar, ou ainda, sobre estrelas de nêutrons pode não fazer sentido para o estudante que está iniciando o seu estudo em astronomia.

A aprendizagem significativa proposta por Ausubel está relacionada com a conexão dos conhecimentos do aprendiz com os conhecimentos novos, ou seja, a interação do conhecimento já existente com o novo. E nesse modelo de aprendizagem a construção deve ser realizada de forma que o resultado do aprender seja significativo. A internalização de novos conhecimentos seja através de atribuição de significados, e não de forma mecânica, apenas uma repetição sem atribuir algum significado, ou seja, construir uma ponte frágil entre esses conhecimentos (os novos e os já existentes).

2. FUNDAMENTAÇÃO FÍSICA

Os temas que serão estudados e motivo vai além de promover o ensino de astronomia nas aulas de física, pois a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) aborda algumas habilidades específicas, como por exemplo, discussões históricas da origem da vida e do universo, assim como o estudo do Sistema Solar e evolução estelar.

Na figura 1 apresento os temas que serão abordados nesse trabalho com objetivo de promover o ensino e aprendizagem de astronomia nas aulas de física no ensino médio.

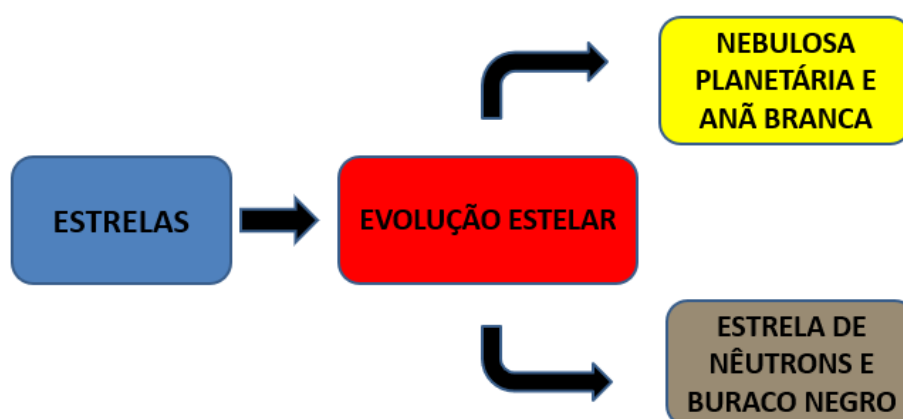


Figura 1 - Esquema dos tópicos estudados

Para o estudo de evolução estelar, os temas abordados estão relacionados com as nebulosas, o sistema solar, as estrelas e o ciclo de vida do Sol, assim como de outras estrelas. Esses temas são poucos abordados nos livros didáticos do ensino médio. A maioria desse material didático apresenta informações sobre, por exemplo, sistemas geocêntrico e heliocêntrico, eclipses e marés.

2.1 Evolução estelar

O ciclo de vida de uma estrela como o Sol

A grande quantidade de hidrogênio no núcleo do Sol fornece energia, através da fusão nuclear, para brilhar e continuar fazendo isso por alguns bilhões de anos, mas isso não será para sempre, assim como a quantidade de

hidrogênio também não é infinita. Essa realidade não é exclusiva para o Sol, mas para todas as outras estrelas que estão na sequência principal, ou seja, aquelas estrelas que estão em equilíbrio hidrostático. Portanto as estrelas têm um ciclo de vida, ou seja, um começo e um fim.

O Sol deve sua estabilidade à fusão controlada de hidrogênio em hélio em seu núcleo de 15 milhões de graus. A gravidade que quer colapsar a estrela é mantida em equilíbrio pela pressão de gás para fora que a fusão sustenta. Embora mais de 90 por cento dos átomos do Sol sejam de hidrogênio, aqueles que importam residem no núcleo do Sol. Quando o núcleo esgotar seu hidrogênio, tudo o que restará ali será uma bola de átomos de hélio que requerem uma temperatura ainda mais elevada do que o hidrogênio para se fundir em elementos mais pesados. Com seu motor central temporariamente desligado, o Sol vai se desequilibrar. A gravidade vai vencer, as regiões internas da estrela vão entrar em colapso, e a temperatura central vai se elevar além de 100 milhões de graus, desencadeando a fusão do hélio em carbono. (TYSON, p. 295, 2016).

Estrela gigante vermelha

O processo de gigante vermelha se dará em duas fases: primeiro nas camadas vai fundindo o hidrogênio em hélio. E a última fase acabará o hélio do núcleo e restará oxigênio e carbono. Assim, na camada, o hidrogênio vai se transformando em hélio e no núcleo transformará também por fusão, o hélio em carbono e oxigênio, isso dará uma sobrevida para o Sol que está à beira da morte, isso por algumas dezenas de milhões de anos. E o diâmetro do Sol nessa fase de gigante vermelha será 100 vezes maior que o atual raio solar (cerca de $7,0 \times 10^5$ km), calcinando os planetas mais próximos dele.

O ciclo de vida do Sol e das estrelas que têm massas menores que 10 vezes a massa do Sol passarão por fases de gigante vermelha, nebulosa planetária e depois se tornará uma estrela anã branca.

Isso significa que em seu ciclo de vida, uma estrela como Sol, de uma gigante vermelha se torna instável e se desintegra. A pressão nuclear interna irá expelir muitas das camadas externas da estrela para o espaço. E a gravidade ainda irá confinar um núcleo sólido, deixado no centro.

Na figura 2 mostra o ciclo de vida do Sol, observamos poucas mudanças na estrela até a idade de 10 bilhões de anos, esse período de equilíbrio é uma característica das estrelas que estão na sequência principal. O Sol depois passará por outros estágios, como gigante vermelha, nebulosa planetária e finalmente, se tornará uma estrela anã branca.

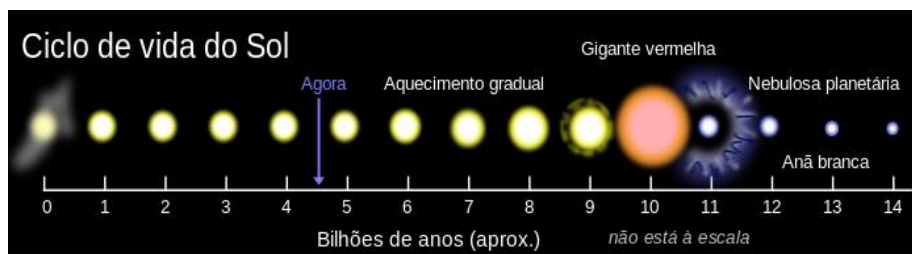


Figura 2 - O ciclo de vida do Sol

<http://o-universo-cosmico.blogspot.com/2011/11/ciclo-de-do-sol.html>

Nebulosa Planetária

O Sol sofrendo uma expansão de 100 vezes o seu raio, mesmo assim, ele não irá explodir, porque não terá massa suficiente, mas vai perdendo material, formando uma nuvem de gás em expansão formada pelas camadas exteriores serão expelidas na fase final da gigante vermelha.

Existem aproximadamente 10 000 nebulosas planetárias em nossa galáxia. A nebulosidade permanece visível por aproximadamente 10.000 anos após sua ejeção pela estrela, no ramo gigante assintótico. O termo, nebulosa planetária foi dado porque algumas se parecem com o planeta Urano, quando olhadas através de um telescópio pequeno. (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, p. 268, 2014)

A figura 3 mostra a imagem da Nebulosa Planetária NGC 3132 fotografada pelo Telescópio Espacial Hubble.



Figura 3 - A imagem da Nebulosa Planetária NGC 3132

<https://hubblesite.org/contents/media/images/1998/39/729-Image.html>

Estrela anã branca

Durante a expansão da nebulosa planetária, ela se torna cada vez mais difusa e fria. A nuvem composta pelo material expelido por ela é enriquecida com hélio e carbono. A anã branca é remanescente estelar no centro da nebulosa planetária e formada principalmente de carbono e continua ainda visível por algum tempo graças ao calor armazenado, mas com pouco brilho por ser reduzida. Ela é muito quente e densa, tem um raio comparado como o raio da Terra, mas cerca da metade da massa do Sol.

Todos os remanescentes estelares são muito menores do que suas estrelas genitoras e, portanto, muito mais fracos e mais difíceis de detectar. Nenhuma anã branca é visível a olho nu, mas a primeira a ser registrada foi notada como um membro do sistema de estrelas múltiplas 40 Eridani, por William Herschel, ainda em 1783. Entretanto, a significância dessa estrela só foi percebida muito mais tarde e, como resultado, as primeiras anãs brancas a serem reconhecidas como uma classe de estrelas significativa e pouco comum foram as companheiras de duas das estrelas mais brilhantes do céu: Sirius e Prócion. (SPARROW, p. 126, 2018).

Na figura 4 ilustra o que tamanho do Sol como uma estrela anã branca pode ser comparada com o tamanho do planeta Terra, porém a anã branca tem uma densidade muito maior.



Figura 4 - A terra e o Sol como uma estrela anã branca

<http://www.astronoo.com/pt/artigos/tamANHOS-comparados-planetAs-estrelas.html>

Supernova

Estrelas com massa a partir de 10 massas solares processa no seu núcleo a fusão de hidrogênio em hélio, hélio em carbono, carbono em oxigênio e assim por diante até chegar no ferro. A fusão de elementos mais pesados

requer temperaturas cada vez mais elevadas para que os núcleos superem sua repulsão natural. A cada etapa intermediária as regiões internas das estrelas entram em colapsos e a temperatura se eleva, e entra em cena a próxima trajetória da fusão. A estrela se sustenta contra a gravidade porque libera energia, mas quando chega na fusão do ferro, as reações absorvem energia. O colapso é imediato e a temperatura é elevada instantaneamente provocando uma violenta explosão. Essa grandiosa explosão é chamada de supernova.

A energia explosiva dissemina os elementos recém cunhados através da galáxia, formando buracos em sua distribuição do gás e enriquecendo as nuvens próximas com as matérias-primas para criar uma poeira própria. As ondas da explosão da supernova se movem supersonicamente através das nuvens, comprimindo o gás e a poeira, e possivelmente criando bolsões de densidade muito alta necessários para formar estrelas em primeiro lugar. A maior dádiva da supernova ao cosmos é enviar nuvens com os elementos pesados que formam planetas, protistas e pessoas, para que de novo, mais dotada pelo enriquecimento químico de uma geração anterior de estrelas de alta massa, nasça outra estrela. (TYSON, p. 212, 2016).

A explosão de uma estrela, em uma supernova, pode aumentar a sua luminosidade em um bilhão de vezes. A figura 5 mostra os muitos lados do remanescente da supernova Cassiopeia A. Essa fotografia é composta de imagens tiradas por três dos grandes observatórios da NASA (Telescópios espaciais: Spitzer, Hubble e Chandra)



Figura 5 - Supernova Cassiopeia A

<https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA03519>

Como mostra a tabela 1, o ciclo de vida de uma estrela está relacionado com a sua massa inicial e o seu destino final será determinado pela sua evolução, pois para fundir elementos mais pesados que o hidrogênio, ocorre liberação de energia. Mas quando chega na fusão do ferro, a estrela absorve

energia, isso provoca um grande colapso e uma elevação de temperatura instantânea, ocorrendo a supernova, o fim da estrela.

MASSA INICIAL	OBJETO COMPACTO	MASSA FINAL
até 10 M \odot	anã branca	menor que 1,4 M \odot
10 a 25 M \odot	estrela de nêutrons	1,4 M \odot
acima de 25 M \odot	buraco negro	5 a 13 M \odot
MASSA	EVOLUÇÃO	FINAL
até 0,08 M \odot	não funde H	anã-marrom
0,08 a 0,5 M \odot	fundes H	anã-branca de He
0,5 a 10 M \odot	fundes H e He	anã-branca de C e O
11 a 100 M \odot	fundes H, He, C, Ne, O, Si	estrela de nêutrons ou buraco negro
acima de 100 M \odot	criação de pares, SN	desintegração total ou buraco negro

Tabela 1 – Resumo evolutivo das estrelas
DAMINELI et al (2011)

Estrelas como o nosso Sol terão um final como uma estrela anã branca. Outras estrelas com massa superior a 10 massas solares poderão, após a supergigante vermelha, passar por uma supernova e dependendo da massa dos restos dessa explosão, a estrela pode se transformar numa estrela de nêutrons ou num buraco negro como ilustra a figura 6.

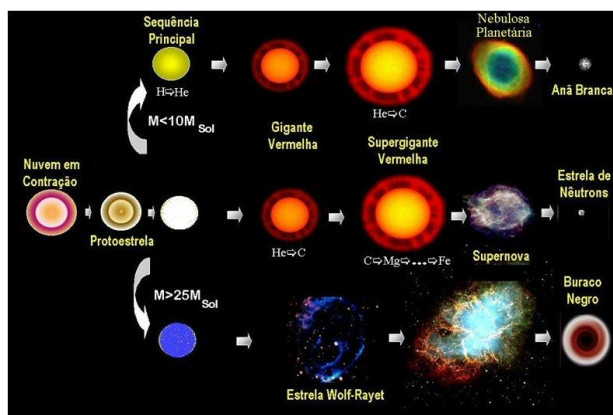


Figura 6 - Quadro geral sobre o ciclo de uma estrela

<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/estrelas.htm>

O diagrama esquemático Hertzsprung-Russell ou diagrama HR

Segundo Damineli et al (2011) o diagrama Hertzsprung-Russell relaciona a luminosidade e a temperatura das estrelas. Pode apresentar também informações sobre a magnitude absolutas e as classes espectrais das estrelas. Ele foi publicado independentemente pelo astrônomo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967), em 1911, e em 193 pelo astrônomo estadunidense Henry Norris Russell (1877-1957). Na figura 7 temos um exemplo do diagrama HR destacando as estrelas que estão acima e abaixo da sequência principal.

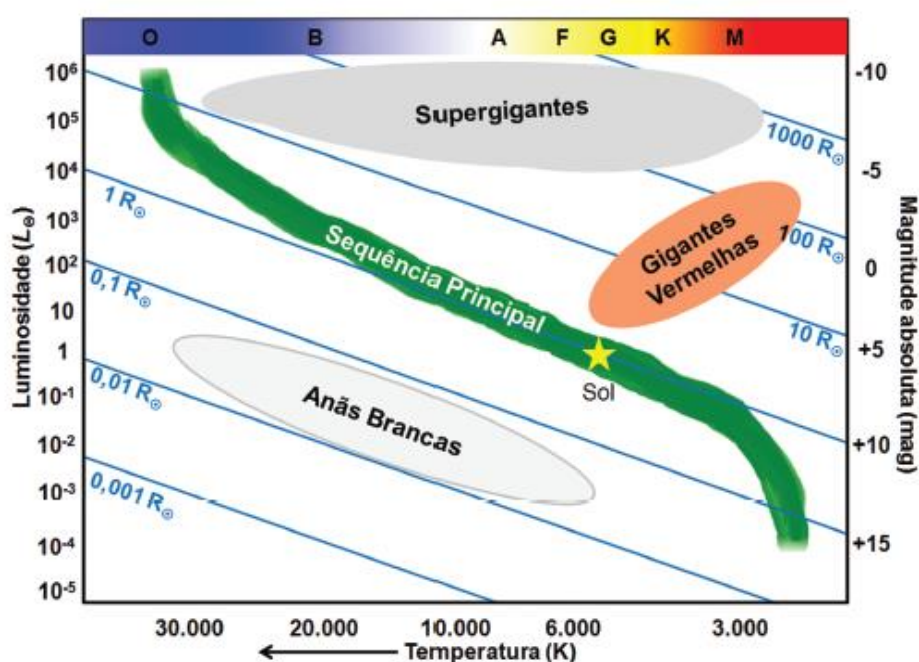


Figura 7 - Diagrama Hertzsprung – Russel (HR)

Damineli et al (2011)

Na tabela 2 podemos observar algumas informações sobre estrelas menores e maiores que o Sol, a classe espectral, a luminosidade, a massa, a temperatura e o tempo de vida média das estrelas na sequência principal e observamos que quanto mais massiva uma estrela, mais rápido ela viaja por todas as suas estrelas fases evolutivas. A Sequência Principal é a fase mais longa na vida de uma estrela. É fácil estimar a vida média de uma estrela se soubermos sua massa (INGLIS, 2009).

Massa (M_☉)	Temperatura (K)	Tipo Espectral	Luminosidade (L_☉)	Vida média (bilhões de anos)
25	35.000	O	80.000	0,003
15	30.000	B	10.000	0,011
3	11.000	A	60	0,64
1,5	7.000	F	5	3,6
1	6.000	G	1	10
0,75	5.000	K	0,5	20
0,5	4.000	M	0,03	57

Tabela 2 - Tempo de vida média na sequência principal
INGLIS (2009)

Observamos que a luminosidade da estrela é tanto maior quanto maior é a sua massa, resulta que o tempo de vida é controlado pela massa da estrela, ou seja, quanto mais massiva a estrela, mais rapidamente ela gasta sua energia, e menos tempo ela dura. Assim, como uma estrela azul emite muito mais que o Sol, ou seja, a sua luminosidade é muito superior a luminosidade solar, ela deverá viver muito menos que o Sol, a menos que o reservatório de energia seja muito maior e compense esse fator. Na prática, a diferença em energia é pequena, e a taxa de emissão da energia é o que determina o tempo de vida. Por outro lado, estrelas com luminosidade inferior que o Sol, devem brilhar por muito mais tempo, continuando por mais tempo na sequência principal que o próprio Sol (FREEDMAN e KAUFMANN III, 2008).

3. O USO DE JOGOS EDUCATIVOS

Pensando nas atividades em sala de aula foi elaborado um jogo com o objetivo de proporcionar o ensino e a aprendizagem dos estudantes. A aplicação do jogo vai além do momento lúdico do jogar, tem o objetivo pedagógico promover o processo de ensino-aprendizagem sobre evolução estelar.

O jogo não é só um momento lúdico, ele é elaborado analisando quais conhecimentos podem ser explorados, conectados, e contextualizados com a realidade dos estudantes. Ele deve promover uma situação lúdica, mas num contexto de um conjunto de orientações, regras com objetivos bem definidos, favorecendo a aprendizagem de temas planejados na sua aplicação. E sobre o jogo educativo observamos a seguinte citação:

Umam definem as origens e fundamento do jogo em termos de descarga da energia vital superabundante, outras como satisfação de um certo "instinto de imitação", ou ainda simplesmente como uma "necessidade" de distensão. Segundo uma teoria, o jogo constitui uma preparação do jovem para as tarefas sérias que mais tarde a vida dele exigirá, segundo outra, trata-se de um exercício de autocontrole indispensável ao indivíduo. Outras veem o princípio do jogo como um impulso inato para exercer uma certa faculdade, ou como desejo de dominar ou competir. Teorias há, ainda, que o consideram uma "ab-reação", um escape para impulsos prejudiciais, um restaurador da energia dispendida por uma atividade unilateral, ou "realização do desejo", ou uma ficção destinada a preservar o sentimento do valor pessoal. (HUIZINGA, 2000, p. 5)

Na elaboração de um jogo educativo é importante saber quais são os objetivos, temas, além da sua dinâmica. O seu uso promove o desenvolvimento de habilidades, como por exemplo, a tomada de decisão, atenção, análise, concentração e que são importantes no jogo e na aprendizagem. O uso de um jogo educativo visa favorecer o desenvolvimento do ensino aprendizagem nas aulas de física, por exemplo, e seja qual for o tema, mas no caso em questão, serão tópicos de astronomia.

A ação do jogo educativo será pautada não só no momento lúdico, mas como meio facilitador na construção da aprendizagem dos estudantes. Nem

será casual e aleatório, mas aplicado no momento e etapa planejada nas atividades de ensino. Potencializando o poder do jogo no aprendizado.

O jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da "vida quotidiana". (HUIZINGA, 2000, p.24)

Para introduzir um jogo educativo no ambiente escolar é extremamente importante planejar a atividade para não ficar o jogo pelo jogo, pois deve considerar que o uso dele é uma oportunidade de explorar a dinâmica de sua aplicação com os conceitos que os estudantes estejam com dificuldade. É conjunto de ações estratégicas que podem influenciar no aprendizado do estudante. Mesmo com o jogo já existente, esse uso deve ser planejado para incorporar os temas de ensino com a prática do jogo. Nesse sentido, aplicar o xadrez numa aula de física, por exemplo, já sabemos qual é a dinâmica do xadrez e suas regras, falta analisar se o tema que será estudado pode ser explorado numa partida de xadrez. Caso, isso não aconteça, será apenas uma partida de xadrez.

No caso anterior, o xadrez poderia ser explorado no deslocamento das peças, observando as suas posições e localizar as mesmas no tabuleiro usando as coordenadas, como é orientado na anotação dos lances numa partida de xadrez. Se o tema da aula for posição, deslocamento, por exemplo, fará sentido a prática do jogo e os conceitos abordados.

O jogo, como promotor da aprendizagem e do desenvolvimento, passa a ser considerado nas práticas escolares como importante aliado para o ensino, já que colocar o aluno diante de situações de jogo pode ser uma boa estratégia para aproximá-lo dos conteúdos culturais a serem veiculados na escola, além de poder estar promovendo o desenvolvimento de novas estruturas cognitivas. (KISHIMOTO, 2017, p.102)

O uso dos jogos educativos numa atividade de ensino aprendizagem são instrumentos facilitadores de aprendizagem. É necessário escolher o jogo a ser

aplicado, planejar as atividades e conceitos abordados, alinhando a uma fundamentação de teoria de aprendizagem. Inicialmente, são os três pontos a definir:

1. Qual jogo?
2. Quais conceitos serão abordados?
3. Qual teoria de aprendizagem será fundamentada?

O que é importante nesse conjunto são os elementos dele, e não a ordem dos elementos, pois eles estão relacionados entre si. Não é um processo linear, necessita analisar todos os componentes nessa ação de introduzir um jogo, como recurso didático, abordando tópicos de estudos selecionados previamente.

4. PRODUTO EDUCACIONAL

4.1 O jogo de tabuleiro: *Via Solare*

Saber quais são os conceitos que serão abordados e os motivos, já é um ponto de partida para elaborar a atividade de ensino. O passo seguinte é pesquisar um jogo que atenda às necessidades no processo de ensino aprendizagem, e essa etapa não será uma tarefa tão simples de realizar, pois o tipo de jogo será relacionado com os conteúdos. E nesse caso, pode até ser jogos adaptados, ou ainda, criar o seu próprio jogo.

A minha opção foi criar um jogo que atendesse as necessidades da minha atividade proposta no ensino de tópicos de astronomia baseados numa perspectiva da aprendizagem significativa de Ausubel.

O enredo do jogo é baseado no ensino de astronomia, e os conceitos utilizados foram: nebulosas, sistema solar, estrelas e evolução estelar. Tendo em consideração as orientações que os parâmetros curriculares nacionais (PCN) e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) informam sobre o ensino da astronomia.

Elaboração do jogo

O jogo criado foi nomeado *Via Solare*, uma tradução do italiano para o português é Caminho Solar. E nessa construção foi pensado uma maneira de unir o lúdico com o ensino da astronomia.

O *Via Solare* é um jogo de tabuleiro, especificamente, um jogo de trilha, e possui todos os elementos que caracterizam o tipo de jogo. Então, nesse jogo temos uma trilha com início e fim, as regras para praticar o jogo, assim como o tabuleiro e o jogo físico.

A trilha é realizada num único percurso, e esse trajeto foi desenhado para todos os participantes do jogo. Não apresenta ramificações, apenas os

trechos são divididos em quatro cores. Então o jogo tem uma trilha com quatro trechos coloridos que é percorrida sobre o tabuleiro, onde apresenta um ponto de partida e outro de chegada.

Cada trecho da trilha é composto por oito quadrinhos. Eles são de quatro cores: verde, cinza, rosa e laranja, se repetindo nessa ordem ao do trecho da trilha. E em cada trecho tem inserido um quadradinho preto. Esses quadrinhos representam as posições que os participantes podem ocupar ao longo do jogo. E assim, a trilha está estruturada num único percurso com quatro trechos destacados por cores distintas.

Os trechos da trilha

Vamos conhecer cada trecho da trilha e sua cor de destaque. A trilha é iniciada no trecho azul, nomeado trecho da Nebulosa como mostra a figura 8 é composta por uma seta indicando a posição inicial dos jogadores.



Figura 8 - Trecho da Nebulosa

O trecho amarelo ou trecho do Sol é o segundo trecho da trilha, e apresenta a mesma estrutura, com 8 quadrinhos coloridos do trecho azul como mostra a figura 9. Essa estrutura será observada nos demais trechos da trilha. Apenas o quadradinho preto que não guarda posição fixa nos trechos, ou seja, a sua posição no trecho não tem ordem definida.

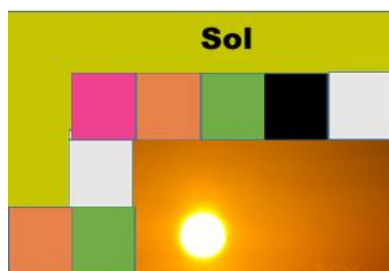


Figura 9 - Trecho do Sol

O trecho vermelho ou trecho da Gigante Vermelha é o terceiro trecho do jogo, a figura 10 mostra os quadrinhos coloridos, seguindo a mesma estrutura, dos trechos anteriores e com o quadrado preto sem posição fixa, além disso podemos notar o Sol ilustrado no tabuleiro do jogo.

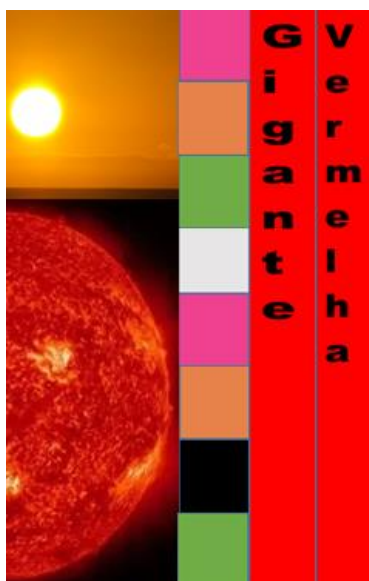


Figura 10 - Trecho da Gigante Vermelha

O último trecho do jogo é o trecho branco ou trecho da Anã Branca, e como nos trechos anteriores apresenta a mesma quantidade de quadrinhos coloridos, e o quadrado preto sem posição fixa no percurso como ilustra a figura 11.



Figura 11 - Trecho da Anã Branca

Os cartões do jogo

Cada trecho tem o seu conjunto de cartões com perguntas e na frente e as respectivas respostas no verso do cartão. Cada posição da trilha, ou seja, cada quadrinho tem perguntas. E se o participante acerta a pergunta avança na

trilha, caso contrário, permanece na mesma posição que se localiza antes da pergunta.

Cada trecho apresenta uma cor característica, e assim teremos também perguntas específicas para cada trecho. Então teremos no trecho azul perguntas relacionadas a nebulosas, já no segundo trecho, o azul, serão principalmente perguntas sobre o Sol e o seu sistema. No trecho vermelho teremos perguntas relacionadas principalmente sobre a fase de gigante vermelha do Sol. E finalizando o jogo, o último trecho, teremos perguntas relacionadas principalmente sobre o estágio final do ciclo de vida do Sol.

O jogo foi elaborado levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, e cada trecho do jogo busca relacionar os conceitos abordados em toda a trilha, ou seja, facilitando ancorar um novo conceito com aquele que já existia na estrutura cognitiva do estudante.

Os cartões do jogo *Via Solare* apresentam perguntas e resposta em cada lado do cartão. Na figura 12 mostra um exemplo do cartão que será usado no trecho azul da trilha. E na figura 13 mostra o cartão que será aplicado no trecho amarelo.

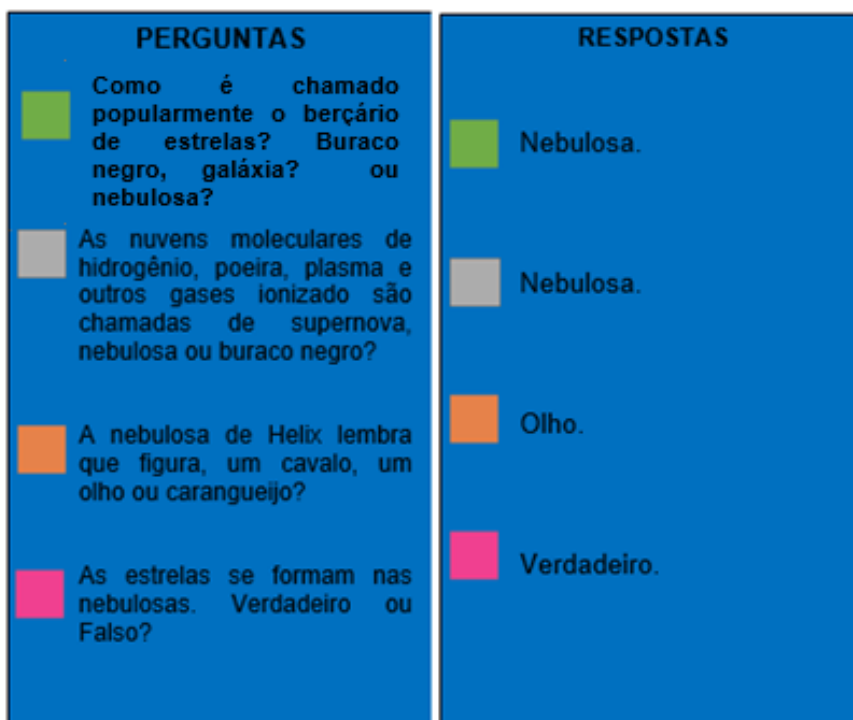


Figura 12 – cartão do trecho da Nebulosa









PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> O Sol na fase final da sua vida dará origem a: a) um buraco negro b) Uma Anã branca e a uma nebulosa planetária c) uma supernova</p>	<p> b) Uma Anã branca e a uma nebulosa planetária.</p>
<p> Qual é estrela mais próxima da Terra: Sol, próxima Centauri ou Sirius?</p>	<p> Sol.</p>
<p> Qual é estrela mais próxima da Terra depois do Sol: Rigel, próxima Centauri ou Sirius?</p>	<p> Proxima Centauri</p>
<p> Na faixa da região habitável estão inseridos os planetas: Vênus e Terra ou Terra e Marte?</p>	<p> Terra e Marte;</p>

Figura 13 - cartão do trecho do Sol

Os componentes do jogo

O jogo educativo Via Solare, elaborado e aplicado na sala de aula apresenta os seguintes componentes:

- Um tabuleiro (modelo anexo);
- Um dado;
- 4 peças de cor diferente para cada jogador (botão, tampinhas, entre outros);
- 24 cartões com perguntas sobre nebulosas, sistema solar, sol e ciclo de uma estrela.

Nessa versão que foi aplicada, utilizei 24 cartões, onde cada trecho tinha um conjunto de seis cartões na sua cor. E cada lado do cartão tem quatro perguntas e suas respectivas respostas, que são indicadas pela posição do participante na trilha.

O jogo pode ser disputado por dois a quatro estudantes, mas pode ser disputado também em grupos, estabelecendo uma quantidade de dois a quatro grupos. Esses grupos podem ser em duplas, trios ou quartetos.

Modo de jogar:

Então vem agora as regras, ou seja, o modo de jogar, e toda a informação referente ao jogo. Lembrando que temos um tabuleiro, um dado, quatro conjuntos de cartões nas cores: azul, amarela, vermelha e branca. Totalizando 24 cartões. E quatro objetos representando os participantes, ou seja, o avatar de cada participante ou grupo. Pode usar diversos objetos, mas com cores distintas, tampas de garrafas de água, ou suco, por exemplo. Eu usei quatro Pokémon diferentes, ambos da coleção do meu filho, mas pode usar qualquer outro objeto para representar o participante percorrendo a trilha.

Para iniciar o jogo devemos selecionar a ordem de cada participante ou grupo para jogar. Nesse sentido, os participantes ou representantes dos grupos lançarão o dado, aquele que obteve o maior número será o primeiro a jogar, e assim por diante, sempre mantendo a ordem obtida no jogo todo.

Nesse momento que todos têm a ordem definida de jogar e seu avatar no tabuleiro, o jogo é iniciado na ordem definida, e o participante lançará o dado, rolando-o sobre uma mesa, por exemplo, e verifica qual a face do dado está voltada para cima. O número indica a quantidade de quadrinhos que serão percorridos a partir da posição anterior ocupada pelo participante.

Vamos considerar que o participante esteja numa posição, como indica a figura 14, e no lançamento de dado o participante obteve o número cinco, por exemplo, então, ele irá percorrer cinco quadrinhos a partir da posição ocupada por ele.



Figura 14 – Deslocamento do avatar no jogo

Usando, ainda o exemplo anterior, ilustrado na figura 33, o participante irá responder uma pergunta do cartão azul, pois está no trecho da Nebulosa, mas no quadrinho cinza, observando que a posição dele é num quadrinho dessa cor. Se ele acertar a resposta, conquista a posição, mas caso ele não acertar, ele retornará para a posição inicial, ou seja, a posição anterior que ele ocupava antes da pergunta. Mesmo se acertar, só é permitido jogar um lance de cada vez. E o próximo participante repetirá todos os passos anteriores, ou seja, lançará o dado, verificará qual o número obtido e assim realizará o deslocamento do seu avatar no tabuleiro. E se acertar conquista a nova posição, senão retorna para a posição que ocupava antes da pergunta. E assim por diante, todos participam na sua ordem de jogada.

A pergunta está relacionada ao trecho e a cor do quadrinho onde estará avatar do participante, assim podemos ter uma situação em que todos os participantes ocupem a mesma posição, isso não terá problema na prática do jogo, pois cada trecho tem diversos cartões com perguntas e respostas.

Na evolução estelar algumas estrelas massivas podem atingir no seu ciclo final de vida, como um buraco negro, mas isso vai depender da sua massa inicial. Pois bem, no Via Solare, abordei, principalmente o ciclo de vida do Sol, e como sabemos não irá se transformar numa supernova, porque ele não tem massa suficiente para explodir, portanto não será transformado num buraco negro. No jogo temos um quadrado preto em cada trecho. Mas não se trata de um buraco negro ou de uma eliminação do participante, a sua

ocupação indica que o avatar voltará imediatamente a posição anterior, passando a vez para o próximo participante.

Na figura 15 observamos os estudantes participando do jogo Via Solare num ambiente escolar.



Figura 15 - Momento de aplicação do jogo

Resultado da partida

O vencedor será o participante que chegar na posição final primeiro. Ou ainda aquele que estiver mais próximo da chegada, ou seja, o participante que está numa posição mais perto do fim do jogo, isso pode acontecer quando não tiver tempo suficiente para concluir o jogo., ou seja, não termos nenhum avatar na última posição. Os participantes serão informados antes, das regras do jogo, assim como do critério da menor distância da posição do participante para a posição final do jogo. Portanto o jogo pode ser aplicado em qualquer intervalo de tempo. E como o jogo promove o debate e a discussão das perguntas, as questões podem ser discutidas após o participante responder, podendo isso levar mais tempo para concluir o jogo, mas vale lembrar que o objetivo desse jogo também é pedagógico, e não deixando de considerar o seu envolvimento lúdico.

O tabuleiro do jogo composto por todos os trechos e sinalizado pelas cores informadas e os seus respectivos nomes é mostrado na figura 16.

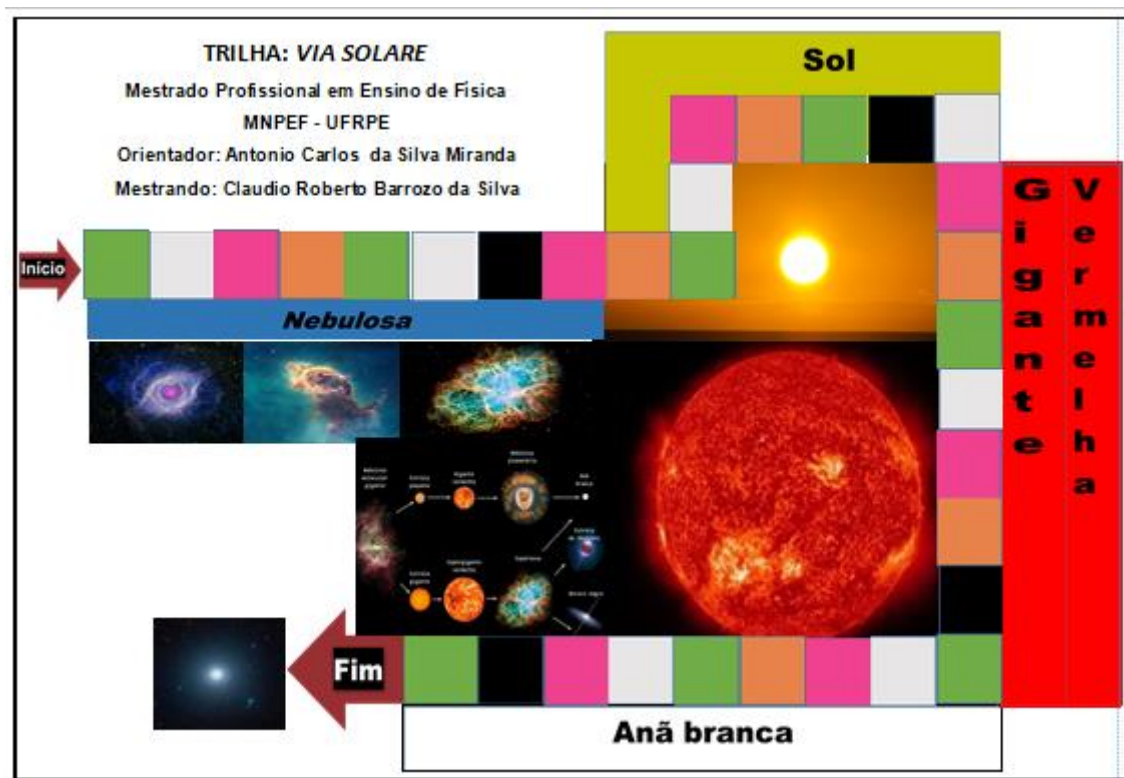


Figura 16 - O jogo de tabuleiro, Via Solare

5. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O estudo foi desenvolvido em uma escola da rede pública do município de Vicência - PE, numa classe composta por 40 alunos do 2º ano do Ensino Médio. Entende-se que a abordagem metodológica mais adequada para responder a problemática em questão, é a abordagem quantitativa. Este trabalho utiliza estratégias de aprendizagem, propiciando uma maior contextualização e significado para o tema de evolução estelar, e nesse propósito foram realizadas diversas atividades para explorar o ciclo de vida de uma estrela. Sendo assim, por se entender que esse tema atende aos critérios citados nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+),

“a experimentação deve ser uma constante no espaço escolar. Durante todo o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos essas atividades devem servir como fonte de construção de conhecimento pelo próprio aluno, pois é através do manusear, do fazer, do agir em diferentes formas e níveis que o conhecimento contemplado em sala de aula é construído espontaneamente.” (BRASIL-MEC, 2002, p. 82).

A experimentação possibilita o estabelecimento de conexões e relações entre os diversos conhecimentos, tecnologias e cotidiano como forma de auxiliar os estudantes na compreensão do mundo contemporâneo.

Foi desenvolvida uma unidade de aprendizagem, e foram selecionadas atividades que motivassem e despertassem nos alunos o interesse de aprender sobre o ciclo de vida de uma estrela. A unidade de aprendizagem foi constituída de seis etapas realizadas conforme descrição a seguir:

Etapa 1 – problematização do conhecimento inicial dos estudantes por meio da aplicação de um teste de sondagem que era constituído de treze questões, seguido de discussão para identificar concepções prévias e interesses nos tópicos de astronomia;

Etapa 2 – uso de organizador prévio: apresentação de slides sobre nebulosas e estrelas, com vistas à compreensão e estruturação de subsunçores relevantes sobre o Sol e o ciclo de vida de uma estrela;

Etapa 3 – uso de organizador prévio: Documentário sobre o universo (Discovery Channel). Apresentação do tema gerador o “como funciona uma estrela, para que os estudantes, ao tentar buscar respostas, reconstruam seu conhecimento sobre o ciclo de vida de uma estrela;

Etapa 4 – uso de aula prática: a atividade foi realizada através um jogo de tabuleiro, especificamente uma trilha. Durante a atividade foi explorado as regras e objetivos do jogo com perguntas sobre os tópicos abordados.

Etapa 5 – debate sobre os trabalhos com identificação e discussão de dúvidas sobre o assunto. Foi reaplicado o questionário e realizar as comparações dos resultados obtidos pelos estudantes.

Etapa 6 – Análise e crítica dos dados obtidos nas duas situações, ou seja, antes e depois do uso dos organizadores prévios e, sobretudo a aplicação do jogo *Via Solare*. E entre outras ações, analisar as comparações dos resultados obtidos pelos estudantes.

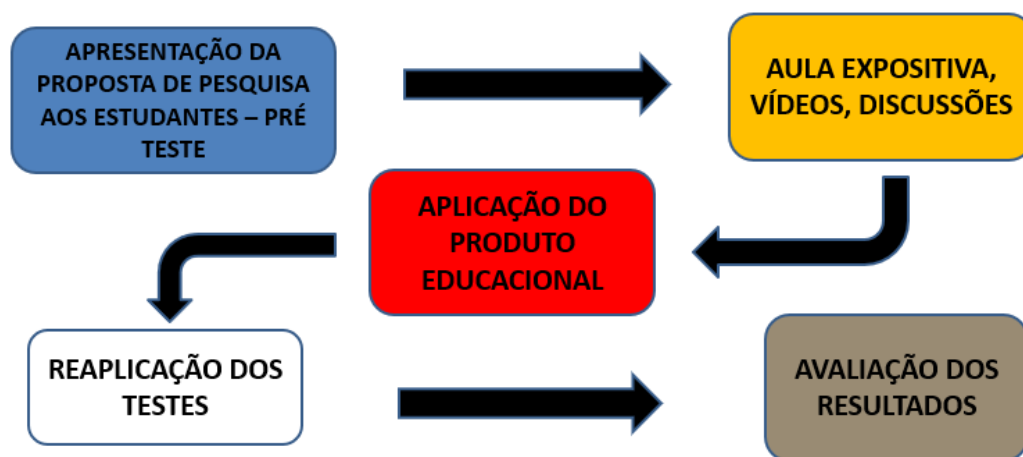


Figura 17 - Quadro geral das etapas desenvolvidas

Na figura 17 apresenta o quadro geral das atividades planejadas, do início ao término das atividades. Começando pela apresentação e aplicação dos testes de sondagem e a avaliação dos dados obtidos.

Na tabela 3 observamos o cronograma das etapas realizadas, apresentação e aplicação do teste de sondagem, as aulas sobre evolução estelar, aplicação do produto educacional, a reaplicação do teste inicial e a avaliação.

DESCRIÇÃO	DATA
APRESENTAÇÃO E APLICAÇÃO DO TESTE DE SONDA GEM	07/10/2019
USO DE VÍDEOS SOBRE O UNIVERSO	21/10/2019
USO DE SLIDES SOBRE EVOLUÇÃO ESTELAR	04/11/2019
APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	11/11/2019
REAPLICAÇÃO DO TESTE INICIAL	18/11/2019
AVALIAÇÃO	09/12/2019

Tabela 3 - O cronograma das etapas

O uso do teste de sondagem

A teoria da aprendizagem significativa mostra a importância dos subsunçores, existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, para ancorar as novas informações num processo ativo e criando uma ponte significativa entre esses dois conhecimentos. E a falta desses subsunçores, podemos usar os organizadores prévios para promover uma aprendizagem onde o conteúdo seja incorporado na estrutura cognitiva dos estudantes, e depois, já existente possa ancorar os novos conteúdos com significados relevantes.

Para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes foi aplicado um teste de sondagem objetivando identificar quais conhecimentos prévios, os estudantes tinham sobre os temas que iriam ser abordados, ou seja, saber

deles sobre conceitos de astronomia, e principalmente os tópicos relacionados para o estudo de evolução estelar.

A etapa seguinte foi analisar os resultados do teste de sondagem e com esses dados elaborar um planejamento, aproveitando os conhecimentos já existentes dos estudantes, e outros foram apresentados a eles. Levando em consideração que para que uma aprendizagem seja significativa, a internalização dos novos conceitos deveria estar relacionada aos conteúdos prévios dos estudantes.

A seleção de materiais facilitadores nesse processo com a perspectiva de Ausubel, trata dos organizadores prévios, que funcionam como pontes cognitivas, pois eles servirão para aproximar os conhecimentos já existentes com os novos que deverão ser incorporados na estrutura cognitiva do estudante.

Então nessas etapas foram utilizados diversos recursos, como slides e vídeos sobre o tema. É necessário fazer a leitura da realidade, planejar, replanejar, avaliar o processo de ensino aprendizagem. Assim explorar bem a capacidade de aprender e potencializar o seu rendimento dos estudantes.

A nossa capacidade de aprender, de que decorre a de ensinar, sugere ou, mais do que isso, implica a nossa habilidade de *apreender* a substantividade do objeto aprendido. A memorização mecânica do perfil do objeto não é aprendizado verdadeiro do objeto ou do conteúdo. Neste caso, o aprendiz funciona muito mais como *paciente* da transferência do objeto ou do conteúdo do que como sujeito crítico, epistemologicamente curioso, que constrói o conhecimento do objeto ou participa de sua construção. (FREIRE, 1996, p. 45)

E assim evitar a situação de passividade do estudante, deixando de ser um expectador, ou ainda um ouvinte, na exposição de conhecimento apresentada na sala de aula. Não promover o modelo de educação bancária. E explorar a grande capacidade do ser humano em aprender.

A segunda atividade foi o acesso a alguns vídeos da série: O universo (*The Universe*) produzido pelo canal americano History Channel. Essa série científica foi lançada em 2007 e esses vídeos podem ser acessados na internet. Além dos vídeos, foram usados slides tratando dos temas apresentados nos documentários.

Após os debates e vídeos, tivemos um outro momento importante nesse estudo, que foi a aplicação do produto educativo, ou seja, o uso do jogo. Foi apresentado aos estudantes o jogo de um modo geral, as regras e demais informações importantes para jogar. Na figura 18 mostra os estudantes jogando o Via Solare.



Figura 18 - Os estudantes usando o jogo *Via Solare*

Após detalhar as informações sobre o jogo, selecionamos as duplas de jogadores, cada dupla tinha um avatar para colocar sobre o tabuleiro, na sala de aula eu usei quatro Pokémon do meu filho, mas poderia ser cones, bonecos, pinos, objeto com cores diferentes e que podem ser apoiados na trilha. Depois foi selecionada a ordem de cada dupla para iniciar o jogo.

Como já tinha citado, após a pergunta realizada, aguardamos a resposta do participante, para todas as perguntas feitas, as respostas certas serão

informadas para os jogadores, promovendo a atenção dos estudantes, mas também aproveitamos o momento para debater as perguntas.

E durante as duas aulas de 50 minutos, o tempo foi suficiente para termos uma dupla vencedora, após várias rodadas, conhecemos os vencedores. Caso nenhuma dupla finalizasse o percurso, usaríamos a regra do jogo, e nesse caso, a dupla vencedora seria aquela que estivesse mais próxima da chegada final.

Na figura 19 observamos os estudantes em um momento de atenção, durante uma pergunta realizada.



Figura 19 - Os estudantes jogando o *Via Solare*.

Após o término do jogo, tivemos um momento para debater sobre a atividade, sobre o jogo. Falamos sobre física, evolução estelar e jogo Via Solare. Os estudantes fizeram diversos comentários, como por exemplo:

- O jogo é bom;
- Foi a primeira vez que jogaram esse tipo de jogo;
- O jogo ajudou a entender o assunto;
- Se poderia jogar em outras aulas;
- Se poderia fazer com outros temas;
- Se poderia aplicar em outras disciplinas como biologia e química

- Onde poderiam comprar ou baixar o jogo?

Os estudantes pensaram que tinha comprado o jogo, demonstraram interesse nessa prática, e até me perguntaram se poderia aplicar para outros conteúdos e disciplinas (citaram duas disciplinas: química e biologia). E no final falei que tinha elaborado o jogo, para surpresa deles que queriam comprar e saber qual sítio eletrônico poderiam adquirir o jogo.

Na figura 20 podemos observar a etapa onde ocorreu a reaplicação do teste inicial, com objetivo de comparar os dados obtidos com os primeiros resultados. Fornecendo dados para analisar e avaliar os resultados. E nesse encontro final tivemos um debate sobre as atividades desenvolvidas, os temas abordados e o jogo aplicado. E relataram sobre a satisfação que tiveram nas atividades desenvolvidas e do jogo aplicado na sala de aula.



Figura 20 - Estudantes respondendo os testes aplicados

6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O teste de sondagem foi aplicado com a finalidade de analisar as dificuldades e os conhecimentos dos estudantes, para que assim fosse possível uma posterior interação entre os conhecimentos prévios dos estudantes e os conhecimentos novos abordados sobre o conteúdo, favorecendo assim, a aprendizagem significativa.

1. Como é chamado popularmente berçário de estrelas?

- a) buraco negro
- b) galáxia
- c) **nebulosa**
- d) pulsar

2. Os astrônomos utilizam a unidade ano-luz nas suas atividades de pesquisa. Essa unidade é utilizada para medir:

- a) Velocidade
- b) **distância**
- c) quasar
- d) massa

3. Qual é estrela mais próxima da Terra?

- a) **Sol**
- b) Próxima Centauri
- c) Rigel
- d) Sirius

4. O que representa Unidade astronômica?

- a) **é a distância da Terra para o Sol**
- b) é a distância da Terra para a Lua
- c) é a distância da Terra para a Marte
- d) é a distância da Terra para Júpiter

5. Como é chamada a explosão muito violenta que ocorre na fase final da evolução estelar de estrelas de grande massa?

- a) gigante vermelha
- b) anã branca
- c) **supernova**
- d) buraco negro

6. Como é chamada a nuvem de matéria estelar expelida na fase final da evolução de uma estrela de pequena massa?

- a) **nebulosa planetária**
- c) buraco negro

b) supernova

d) estrela de nêutrons

7. O Sol na fase final da sua vida dará origem a:

a) um buraco negro

c) uma supernova

b) uma Anã branca e a uma nebulosa planetária d) uma estrela de nêutrons

8. Quanto tempo, aproximadamente, a luz solar completa o trajeto Sol -Terra?

a) 15 minutos

c) 9 minutos

b) 10 minutos

d) 8 minutos

9. As estrelas passam a maior parte da sua vida na:

a) sequência principal

c) supernova

b) gigante vermelha

d) anã branca

10. Considere o Sol como uma bola de basquete. Nesse caso a Terra seria uma:

a) pequena bola de gude

c) bola futebol de campo

b) bola de tênis

d) bola de sinuca

11. Como é denominado o objeto extremamente denso e com gravidade tão intensa que nem a própria luz consegue escapar?

a) nebulosa planetária

c) buraco negro

b) supernova

d) estrela de nêutrons

12. As estrelas produzem a sua energia através de reações químicas:

a) fissão nuclear

c) combustão

b) fusão nuclear

d) irradiação

13. Dependendo da quantidade de matéria, uma estrela na fase de supernova, irá se transformar em uma estrela de nêutrons ou em um buraco negro.

a) Verdadeiro

b) Falso

Análise das respostas do teste de sondagem

A tabela 4 apresenta o percentual dos estudantes em relação ao número de acertos das questões.

Número de acertos	Percentual dos estudantes
9	20
8	30
6	30
5	20

Tabela 4 – Resultados do teste de sondagem

Fazendo uma análise, a partir dos dados da tabela, observamos que metade da turma acertou menos de 7 questões num conjunto de treze questões.

Os resultados da reaplicação dos testes após a aplicação do produto

No segundo teste, ou seja, a reaplicação do teste inicial, os resultados obtidos foram bem melhores do que os resultados observados no primeiro teste que tinha sido aplicado no momento inicial das atividades em estudo para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes.

Nessa etapa tivemos resultados, no mínimo, igual ao superior a 8 acertos num conjunto de treze questões aplicadas. Fazendo uma análise nos dados obtidos, observamos que tivemos estudantes que acertaram 8 ou 9 questões, isso representa 43% dos participantes. Foi observado também que alguns estudantes acertaram 10 ou 11 questões, e outros estudantes, representando 14% dos participantes, conseguiram acertar todas as treze questões do teste aplicados.

A figura 21 apresenta os acertos dos estudantes, por questão, nos dois testes aplicados. No gráfico a cor azul representa os acertos no teste 1 (teste de sondagem) e a cor vermelha os acertos no teste 2 (reaplicação do teste de sondagem)

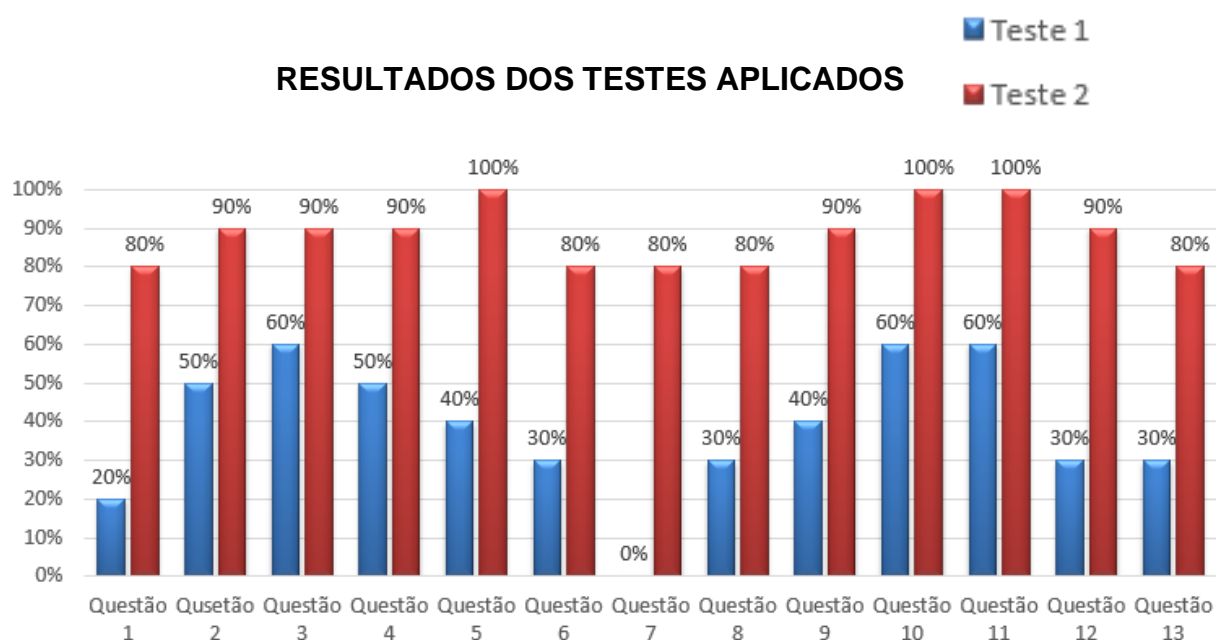


Figura 21 – Resultados dos testes aplicados

O primeiro passo foi identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre evolução estelar. E comparando os resultados nos dois testes aplicados, observamos que os resultados do segundo teste, apresentou um rendimento melhor. Observei que a aplicação do produto educacional promoveu a interação dos conhecimentos de evolução estelar com os conhecimentos apresentados nos encontros. Os debates realizados no início tiveram um desenvolvimento progressivo, pois os estudantes, passaram comentar os temas abordados, relacionando com outros já estudados. Assim, temos uma interação entre esses conhecimentos, de forma significativa, ou seja, uma associação dos conhecimentos novos com os conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho busca apontar as possibilidades para a inclusão de tópicos da astronomia no ensino médio, particularmente temas relacionados a evolução estelar. Ele traz essa abordagem considerando as orientações sob os aspectos legais segundo os documentos oficiais da educação básica (PCNEM; PCN+), e a necessidade do atual ensino médio na inserção destes assuntos no currículo escolar da educação básica.

As atividades desenvolvidas foram fundamentadas pela teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, que relaciona os conhecimentos novos como os conhecimentos prévios relevantes do estudante. Para promover uma aprendizagem significativa a informação nova deve ancorar num subsunçor específico existente na estrutura cognitiva do estudante. A identificação desses conhecimentos prévios é importante e norteador para as ações do professor referente ao planejamento e as atividades de ensino-aprendizagem da sua turma.

Estas atividades vivenciadas tiveram uma grande contribuição na construção do conhecimento dos estudantes do ensino médio, pois foi possível relacionar os conceitos da física das estrelas com os conhecimentos já existentes, ou ainda, recentemente incorporados nas atividades realizadas em sala de aula. O uso do Via Solare oportunizou aos estudantes uma visão da astronomia, a evolução estelar relacionando ao universo que nos cerca.

O bom rendimento obtido pelos estudantes no segundo teste, o seu empenho e participação ativa na aplicação do produto educacional validam o trabalho apresentado nesta dissertação. Assim como os comentários dos estudantes relatando a satisfação na prática do jogo, estimulando o debate, o questionamento. Isso evita a memorização de respostas prontas, porque promove uma internalização com atribuição de significados, e o produto disso é fruto de uma aprendizagem significativa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003.

AUSEBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view.** 2a ed. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: Ministério da Educação, 2018.

_____. **Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação, 2006.

_____. **Lei de diretrizes e Bases da educação (LDB) - Lei nº. 9.394/96.** Brasília: Ministério da Educação, 1996.

DAMINELI, Augusto et al. **O céu que nos envolve: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes.** São Paulo: Editora Odysseus, 2011.

FREEDMAN, R. and KAUFMANN III, W. J. **Universe.** 8th Edition. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 3ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura.** 4ª edição – reimpressão, São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.

INGLIS, Mike. **L'astrofisica è facile!** Italia: Springer-Verlag, 2009

KISHIMOTO, Tizuko Morchida (org). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação.** 14ª ed. São Paulo: Editora Cortez, 2017.

MOREIRA M. A.; MASINI, E. A. F. S. **A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. São Paulo: Centauro Editora, 2016.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

_____. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Pedagogia e Universitária L.T.D.A., 1999.

OLIVEIRA FILHO, K. S. e SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 3. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

PERCY, J. R. **News Trends in Astronomy Teaching**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

SPARROW, Gilles. **50 ideias de astronomia**. São Paulo: Editora Planeta, 2018.

TYSON, Neil deGrasse. **Astrofísica para apressados**. 1ª ed. São Paulo: Editora Planeta, 2017.

_____. **Morte no Buraco Negro**. 2ª ed. São Paulo: Editora Planeta, 2016

.

TYSON, Neil deGrasse e GOLDSMITH, Donald. **Origens: catorze bilhões de anos de evolução**. 11ª ed. São Paulo: Editora Planeta, 2017.

APÊNDICE A - TESTE DE SONDAGEM



Nome:

Professor: Claudio Roberto Barrozo da Silva

Leia com atenção e responda cada questão indicando a alternativa correta

1. Como é chamado popularmente berçário de estrelas?

- a) buraco negro
- b) galáxia
- c) nebulosa
- d) pulsar

2. Os astrônomos utilizam a unidade ano-luz nas suas atividades de pesquisa. Essa unidade é utilizada para medir:

- a) Velocidade
- b) distância
- c) quasar
- d) massa

3. Qual é estrela mais próxima da Terra?

- a) Sol
- b) Próxima Centauri
- c) Rigel
- d) Sirius

4. O que representa Unidade astronômica?

- a) é a distância da Terra para o Sol
- b) é a distância da Terra para a Lua
- c) é a distância da Terra para a Marte
- d) é a distância da Terra para Júpiter

5. Como é chamada a explosão muito violenta que ocorre na fase final da evolução estelar de estrelas de grande massa?

- a) gigante vermelha
- b) anã branca
- c) supernova
- d) buraco negro









6. Como é chamada a nuvem de matéria estelar expelida na fase final da evolução de uma estrela de pequena massa?









- a) nebulosa planetária
- c) buraco negro

- b) supernova
d) estrela de nêutrons
7. O Sol na fase final da sua vida dará origem a:
a) um buraco negro
c) uma supernova
b) uma Anã branca e a uma nebulosa planetária
d) uma estrela de nêutrons
8. Quanto tempo, aproximadamente, a luz solar completa o trajeto Sol -Terra?
a) 15 minutos
c) 9 minutos
b) 10 minutos
d) 8 minutos
9. As estrelas passam a maior parte da sua vida na:
a) sequência principal
c) supernova
b) gigante vermelha
d) anã branca
10. Considere o Sol como uma bola de basquete. Nesse caso a Terra seria uma:
a) pequena bola de gude
c) bola futebol de campo
b) bola de tênis
d) bola de sinuca
11. Como é denominado o objeto extremamente denso e com gravidade tão intensa que nem a própria luz consegue escapar?
a) nebulosa planetária
c) buraco negro
b) supernova
d) estrela de nêutrons
12. As estrelas produzem a sua energia através de reações nucleares:
a) fissão nuclear
c) combustão
b) fusão nuclear
d) irradiação
13. Dependendo da quantidade de matéria, uma estrela na fase de supernova irá se transformar em uma estrela de nêutrons ou em um buraco negro.
a) Verdadeiro
b) Falso

APÊNDICE B - OS CARTÕES E O TABULEIRO DO JOGO VIA SOLARE

Os cartões do trecho da Nebulosa:

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> Como é chamado popularmente berçário de estrelas, buraco negro, galáxia ou nebulosa?</p>	<p> Nebulosa.</p>
<p> As nuvens moleculares de hidrogênio, poeira, plasma e outros gases ionizado são chamadas de supernova, nebulosa ou buraco negro?</p>	<p> Nebulosa.</p>
<p> A nebulosa de Helix lembra que figura, um cavalo, um olho ou carangueijo?</p>	<p> Olho.</p>
<p> As estrelas se formam nas nebulosas. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> Quantos planetas constituem o Sistema Solar, 7, 8 ou 9?</p>	<p> Oito.</p>
<p> Qual o quinto planeta do Sistema Solar a contar a partir do Sol? Marte, Júpiter ou Saturno?</p>	<p> Júpiter.</p>
<p> Qual é oitavo planeta do Sistema Solar a contar a partir do Sol? Saturno, Urano ou Netuno?</p>	<p> Netuno.</p>
<p> A Via Láctea é uma galáxia em forma de disco em espiral onde o Sol se encontra no centro. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Falso.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>Os astrônomos utilizam a unidade ano-luz nas suas atividades de pesquisa. Essa unidade é utilizada para medir velocidade, distância ou tempo?</p>	Distância
<p>Qual é o elemento com aproximadamente 90% de abundância cósmica? Oxigênio, hidrogênio ou Hélio?</p>	Hidrogênio
<p>Qual o nome da Galáxia onde podemos encontrar o Sistema Solar? Andrômeda, Via Láctea ou Nuvem de Magalhães?</p>	Via Láctea
<p>Qual o sistema planetário a que pertence o planeta Terra é Via Láctea, Sistema Solar ou Andrômeda?</p>	Sistema Solar

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>Qual é o chamado objeto originado após a morte de uma estrela de dimensões gigantescas? Gigante vermelha, anã branca ou buraco negro?</p>	Buraco negro.
<p>O que o Sol na fase final da sua vida dará origem? Nebulosa planetária ou supernova?</p>	Nebulosa planetária
<p>Uma estrela de nêutrons é originada pela morte de uma estrela com massa superior a 8 massas solares, mas menos que 25 massas solares. Verdadeiro ou falso?</p>	Verdadeiro.
<p>As estrelas passam a maior parte da sua vida na Sequência principal, Gigante vermelha ou Supernova?</p>	Sequência principal.

PERGUNTAS

- Como é chamada a nuvem de matéria estelar expelida na fase final da evolução de uma estrela de pequena massa? Nebulosa planetária ou supernova?
- Como é denominado o objeto extremamente denso e com gravidade tão intensa que nem a própria luz consegue escapar, supernova ou buraco negro?
- Uma supernova é uma explosão muito violenta que ocorre nas estrelas de grande massa no final da sua evolução. Verdadeiro ou falso?
- Como são chamadas as aglomerações de gases ionizados, hidrogênio, hélio, poeira cósmica e plasma nebulosa ou anã branca?

RESPOSTAS

- Nebulosa planetária.
- Buraco negro.
- Verdadeiro.
- Nebulosa.









PERGUNTAS









- As estrelas até oito massas solares na fase final da sua vida serão supernovas ou gigantes vermelhas?
- Qual é a cor das estrelas de maior massa do que o Sol na fase de sequência principal vermelha, azul ou branca?
- Como é chamada a explosão muito violenta que ocorre na fase final da evolução estelar de estrelas de grande massa? Gigante vermelha, anã branca ou supernova?
- As estrelas formam-se a partir da contração dos gases e poeiras existentes nas gigantes vermelhas ou nebulosas?

RESPOSTAS

- Gigantes vermelhas
- Azul.
- Supernova.
- Nebulosas.

Os cartões do trecho do Sol:

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> O Sol na fase final da sua vida dará origem a:</p> <p>a) um buraco negro b) Uma Anã branca e a uma nebulosa planetária c) uma supernova</p>	<p> b) Uma Anã branca e a uma nebulosa planetária.</p>
<p> Qual é estrela mais próxima da Terra: Sol, próxima Centauri ou Sirius?</p>	<p> Sol.</p>
<p> Qual é estrela mais próxima da Terra depois do Sol: Rigel, próxima Centauri ou Sirius?</p>	<p> Proxima Centauri</p>
<p> Na faixa da região habitável estão inseridos os planetas: Vênus e Terra ou Terra e Marte?</p>	<p> Terra e Marte;</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> O que representa Unidade Astronômica? É a distância da Terra para o Sol ou a distância da Terra a Lua?</p>	<p> É a distância da Terra para o Sol.</p>
<p> Qual é o valor aproximado da distância da Terra para o Sol em quilômetros? 150 mil ou 150 milhões?</p>	<p> 150 milhões.</p>
<p> Quantos planetas igual a Terra caberiam dentro do Sol? 100 mil ou um milhão?</p>	<p> Um milhão.</p>
<p> Quantos planetas igual a Júpiter caberiam dentro do Sol? 10, 100 ou 1000?</p>	<p> 1000.</p>



PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>Considere o Sol como uma bola de basquete. Nesse caso a Terra seria como uma pequena bola de gude, tênis ou futebol de campo?</p>	<p>Uma pequena bola de gude.</p>
<p>Considere o Sol como uma bola de basquete. Nesse caso Júpiter seria como uma pequena bola de gude, tênis ou futebol de campo?</p>	<p>Uma bola de tênis.</p>
<p>Qual é a distância da Terra para a estrela Próxima Centauri, aproximadamente em anos-luz, menos de 4 anos ou mais de 4 anos?</p>	<p>Mais de 4 anos-luz. (4,2 anos-luz).</p>
<p>Aproximadamente, Quanto tempo a luz solar completa o trajeto Sol -Terra, 8, 10 ou 15 minutos?</p>	<p>8 minutos.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>Quanto tempo, a luz da estrela Próxima Centauri completa o trajeto Próxima Centauri Terra? 3,4 ou 4,2 anos?</p>	<p>4,2 anos.</p>
<p>Se VY Canis Majoris ocupasse o lugar do nosso Sol no Sistema Solar, esta estrela gigante, tomaria o lugar de todos os planetas juntos com Marte, Júpiter ou Saturno?</p>	<p>Saturno.</p>
<p>Qual é temperatura, aproximada, do núcleo solar, 10, 12 ou 15 milhões de Kelvin?</p>	<p>15 milhões de Kelvin.</p>
<p>As estrelas produzem a sua energia através de reações químicas, de fissão nuclear ou de fusão nuclear?</p>	<p>Fusão nuclear</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>Qual é a região do Sol onde a energia é produzida, por reações termonucleares, núcleo ou fotosfera?</p>	Núcleo.
<p>Qual é a temperatura, aproximada, da fotosfera solar, 4000, 5000 ou 6000 Kelvin?</p>	6000 Kelvin.
<p>Qual é a camada visível do Sol, Cromosfera, fotosfera ou zona convectiva?</p>	Fotosfera.
<p>Em estrelas como o Sol a fusão nuclear ocorre mediante o chamado ciclo pp (próton-próton) ou ciclo CNO (carbono, nitrogênio e oxigênio)?</p>	Ciclo pp (próton-próton)

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>No ciclo próton-próton ocorre a fusão do hidrogênio em hélio ou hélio em carbono?</p>	A fusão do hidrogênio em hélio.
<p>Qual é o tempo de vida estimado para o Sol 8, 10 ou 12 bilhões de anos?</p>	12 bilhões de anos.
<p>A radiação solar é o fluxo de energia emitida pelo Sol, ela é transmitida sob a forma de convecção ou radiação eletromagnética?</p>	Radiação eletromagnética.
<p>As estrelas mais quentes são de cor azul, amarela ou vermelha?</p>	Azul.

Os cartões do trecho da Gigante Vermelha:

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> O Sol após consumir todo o seu hidrogênio se transformará numa estrela gigante azul, laranja ou vermelha?</p>	<p> Vermelha.</p>
<p> O Sol na fase final da sua vida dará origem a um buraco negro, verdadeiro ou falso?</p>	<p> Falso.</p>
<p> As estrelas de massa superior a oito vezes a massa do Sol morrem em grandes explosões chamadas de: Big Bang, supernovas ou nebulosas?</p>	<p> Supernovas.</p>
<p> No processo de gigante vermelha a zona habitável sofrerá alguma alteração? Sim ou não?</p>	<p> Sim.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> A gigante vermelha irá incinera o planeta Mercúrio. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> A sequência principal é etapa mais longa ou mais curta da vida da estrela?</p>	<p> Mais longa.</p>
<p> Quanto maior a massa, mais quente, mais azul e mais luminosa será a estrela, e menor será o seu tempo de vida. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Uma estrela vermelha é mais fria que uma estrela azul. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>









PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>As estrelas são agrupadas em faixas de temperatura que vão desde as estrelas quentes e azuis até estrelas vermelhas e frias. Verdadeiro ou falso?</p>	Verdadeiro.
<p>Quando o Sol se tornar uma gigante vermelha seu raio irá incorporar as orbitas de Mercúrio e Marte. Verdadeiro ou falso?</p>	Falso.
<p>As estrelas são agrupadas em faixas de temperatura que vão desde as estrelas quentes e vermelhas até estrelas azuis e frias, Verdadeiro ou falso?</p>	Falso.
<p>Com a expansão das camadas externas do Sol a zona habitável se afastará e ficará próximo a Júpiter até Saturno. Verdadeiro ou falso?</p>	Verdadeiro.









PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p>A temperatura superficial de uma gigante vermelha é relativamente baixa, geralmente não passando dos 5.000 K. Verdadeiro ou falso?</p>	Verdadeiro.
<p>Uma estrela que tem uma massa maior e tem maior quantidade de hidrogênio vive mais tempo. Verdadeiro ou falso?</p>	Verdadeiro.
<p>A temperatura superficial de uma gigante vermelha é relativamente alta, geralmente passando dos 5.000 K. Verdadeiro ou falso?</p>	Falso.
<p>Quando o Sol se tornar uma gigante vermelha seu raio irá incorporar as orbitas de Mercúrio e Vênus.</p>	Verdadeiro.









PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> Durante a primeira fase de estrela gigante vermelha, o Sol vai ter esgotado no seu núcleo hidrogênio ou hélio?</p>	<p> Hidrogênio.</p>
<p> O Sol passará cerca de 10 bilhões de anos consumindo seu hidrogênio é o que chamamos supernova ou sequência principal?</p>	<p> Sequência principal.</p>
<p> O Sol passará cerca de 10 bilhões de anos na sequência principal através da fusão termonuclear transformando hidrogênio em hélio. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> A medida que consome o hidrogênio, o Sol nesse estágio cresce em luminosidade. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>









PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> As estrelas gigante vermelhas são estrelas muito grandes e não muito quentes na sua superfície. Elas resultam da expansão de estrelas quando as reações nucleares começam a ocorrer mais próximo à superfície dessas estrelas. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Uma estrela que tem uma luminosidade maior, perde mais energia e vive menos tempo. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Em relação ao Sol o que é que aparece primeiro: gigante vermelha, anã branca ou supernova?</p>	<p> Gigante vermelha</p>
<p> O Sol poderá se transformar numa supernova. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Falso.</p>









Os cartões do trecho da Anã Branca:









PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> Quando o Sol se transformará numa estrela gigante vermelha após esgotar a fusão do hidrogênio em hélio. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> O Sol está mais ou menos a metade de sua sequência principal. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> O Sol se tornará uma gigante vermelha, crescendo absurdamente e queimando os planetas mercúrio, Vênus e a Terra. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> O tempo gasto por uma estrela como uma gigante vermelha deve ser mais curto ou mais longo do que o período que ela gasta na sequência principal?</p>	<p> Mais curto.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> As estrelas com mais de 8 massa do Sol encerram seus ciclos com espetaculares explosões. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> O Sol, após a fase de gigante vermelha se transformará em uma nebulosa planetária e uma anã branca. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Uma imensa nuvem difusa e fria é chamada de supernova, nebulosa planetária ou anã branca?</p>	<p> Nebulosa planetária.</p>
<p> um pequeno corpo celeste composto por um núcleo de carbono e ainda algum hélio e hidrogênio em fusão na crosta é a chamada de estrela de Nêutrons, anã branca ou buraco negro?</p>	<p> Anã branca.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> As estrelas de massa inicial menor do que 8 massas solares produzem nebulosas planetárias. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Estrelas com massa de massa inicial maior do que 8 massas solares produzem supernovas. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Nas nebulosas planetárias e supernovas, os elementos químicos gerados nas estrelas são expulsos para o espaço; enriquecem a próxima geração de estrelas. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> O produto final de uma estrela depende de sua massa inicial, assim com massa inicial inferior a 8 massa do Sol se transformará numa anã branca. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> O produto final de uma estrela depende de sua massa inicial, assim com massa entre 8 e 20 massas solares se transformará numa estrela de nêutrons. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> O produto final de uma estrela depende de sua massa inicial, assim com massa inicial inferior a 20 massas solares se transformará num buraco negro. Verdadeiro ou falso?</p>	<p> Falso.</p>
<p> Uma estrela gigante vermelha é de baixa temperatura e alta luminosidade. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Uma estrela gigante vermelha é de baixa temperatura e baixa luminosidade. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Falso.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> Dependendo da quantidade de matéria, uma estrela na fase de supernova, originada de uma gigante vermelha, transforma-se em uma estrela de nêutrons ou em um buraco negro. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> A estrela de nêutrons e o buraco negro são sobra após a explosão de uma supernova. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Uma anã branca é uma estrela que se encontra numa fase inicial da evolução estelar. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Falso.</p>
<p> Quanto menor a frequência do espectro visível maior é o comprimento de onda. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>

PERGUNTAS	RESPOSTAS
<p> A densidade de uma anã branca é muito elevada, uma anã branca de uma massa solar tem um raio de aproximadamente a da Terra. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Massa de uma anã branca jamais ultrapassa 1,4 massas solares. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Verdadeiro.</p>
<p> Uma gigante vermelha é uma estrela que se encontra numa fase inicial da evolução estelar. Verdadeiro ou Falso?</p>	<p> Falso.</p>
<p> Se a massa que sobra após a explosão de supernova for maior do que 3 massas solares, o que pode acontecer se a estrela inicialmente tinha uma maior do que 25 massas solares, então ela dará origem a um buraco negro, anã branca ou a uma estrela de nêutrons?</p>	<p> Buraco negro.</p>

O tabuleiro do jogo Via Solare

