

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ARILDO DA SILVA CARVALHO

**PRODUÇÃO E EXECUÇÃO DE EXPOSIÇÕES MUSEAIS CIENTÍFICAS: O CASO
DA EVOLUÇÃO ESTELAR**

**CAMPO MOURÃO
2025**

ARILDO DA SILVA CARVALHO

**PRODUÇÃO E EXECUÇÃO DE EXPOSIÇÕES MUSEAIS CIENTÍFICAS: O CASO
DA EVOLUÇÃO ESTELAR**

**Production and execution of scientific museum exhibitions: the case of stellar
evolution**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Polo 32 MNPEF), campus Campo Mourão, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(a): Camila Maria Sitko

Coorientador(a): Roseli Constantino Schwerz

**CAMPO MOURÃO
2025**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

PRODUÇÃO E EXECUÇÃO DE EXPOSIÇÕES
MUSEAIS CIENTÍFICAS: O CASO DA

EVOLUÇÃO ESTELAR



Arildo da Silva Carvalho
Camila Maria Sitko
Roseli Constantino Schwerz

PRODUÇÃO E EXECUÇÃO DE EXPOSIÇÕES MUSEAIS CIENTÍFICAS: O CASO DA EVOLUÇÃO ESTELAR

REALIZAÇÃO

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física.

APOIO



UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DAFIS - Departamento Acadêmico de Física da UTFPR, campus Campo Mourão.

MNPEF

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.



SBF - Sociedade Brasileira de Física.

SOBRE OS AUTORES



Arildo da Silva Carvalho possui graduação em Ciências com habilitação em matemática pela Faculdade de Educação de Ivaiporã (FEIVAI). **Mestrando** do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Campo Mourão.

Camila Maria Sitko possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Mestrado em Astrofísica Estelar e Doutorado em História e Filosofia da Ciência pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).



Roseli Constantino Schwerz possui Bacharelado e Licenciatura em Física na Universidade Estadual de Maringá (UEM), Mestrado e Doutorado em Física da Matéria Condensada na Universidade Estadual de Maringá (UEM), e Pós-Doutorado em Ensino de Física na Universidade de Brasília (UnB).

Caro(a) Professor(a),

este produto educacional consiste em um **roteiro sobre como criar e executar exposições museais**, que é algo que você pode fazer na sua escola! Neste material, damos o exemplo da **Evolução Estelar**.

Assim, após o roteiro genérico de como você pode conduzir essa atividade, que é **a produção e execução da exposição**, há três roteiros, que você pode encaminhar aos seus alunos, de como produzir as diferentes fases de evolução de uma estrela. Quando as maquetes representativas estiverem prontas, e com base nos conhecimentos sobre as instalações museais, que você verá a seguir, **é só montar e expor seus projetos e de seus alunos**.

Bom trabalho!

Arildo da Silva Carvalho
Camila Maria Sitko
Roseli Constantino Schwerz



SUMÁRIO

1 OBJETIVOS	06
2 JUSTIFICATIVAS	07
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	08
3.1 A teoria sociointeracionista de Vygotsky e os espaços não formais	08
3.2 Uma jornada pela vida das estrelas	11
3.2.1 O nascimento das estrelas: Berçário das estrelas.....	11
3.3 A vida Adulta das Estrelas, e a Sequência Principal.....	13
3.3.1 A Fusão Nuclear como motor da estrela.....	13
3.3.2 A transferência de energia em uma estrela.....	14
3.3.3 O diagrama Hertzsprung-Russell (HR).....	15
<u>3.3.3.1 O diagrama HR como ferramenta evolutiva</u>	17
3.4 A morte estelar	19
3.4.1 O destino das estrelas de baixa e média massa até 10 massas solares.....	20
3.4.2 O destino das estrelas de alta massa (acima de 10 massas solares).....	20
3.5 Tudo é formado por poeira de estrelas	22
4 ROTEIROS	23
4.1 Montagem de uma exposição museal	23

SUMÁRIO

4.2 Construção de maquetes representativas sobre evolução estelar.....	32
4.2.1 Fases de evolução de uma estrela com menos de 10 massas solares.....	33
4.2.2 Fases de evolução de uma estrela de 10 a 25 massas solares.....	39
4.2.3 Fases das estrelas com mais de 25 massas solares.....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
AGRADECIMENTOS.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver e aplicar uma sequência didática sobre a **temática Evolução Estelar** fundamentada no sociointeracionismo de Vygotsky. O produto educacional resultante será um **guia detalhado de como criar e realizar exposições museais** no ambiente escolar.

OBJETIVOS EDUCACIONAIS

- ★ Levar os alunos a **compreenderem a importância** do estudo das estrelas;
- ★ Mostrar aos alunos que as **estrelas apresentam diferentes fases de evolução**, a depender de suas massas;
- ★ **Estimular os alunos a investigar** a origem das estrelas;
- ★ **Identificar e compreender** cada uma das fases da evolução da vida de uma estrela;
- ★ **Estimular o trabalho em equipe**;
- ★ Fazer com o que os alunos **planejem e construam a própria exposição**.



2. JUSTIFICATIVAS

Este trabalho visa **facilitar a compreensão dos conceitos físicos e astronômicos relacionado à evolução das estrelas** por meio de uma **exposição museológica**, além de fornecer um guia para que os professores possam conduzir essa atividade. A exposição oferece um **ambiente interativo** que ultrapassa as limitações do ensino tradicional, proporcionando **experiências práticas e visuais que despertam interesse pela Astronomia**

Além disso, ela cria um espaço ideal para despertar a curiosidade e o encantamento dos visitantes pelo universo, promovendo uma compreensão mais profunda da **importância da Astronomia**. Assim, o desenvolvimento desta exposição museológica é fundamental para oferecer experiências enriquecedoras que favoreçam a **compreensão do cosmos e incentivem o envolvimento dos visitantes**, especialmente dos alunos, no fascinante campo da Astronomia.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky e os Espaços Não Formais

A educação, nos dias de hoje, pede mais do que a simples transmissão de conteúdos prontos. Nesse contexto, a teoria sociointeracionista de Lev Vygotsky (2003) ganha destaque, ao propor uma **forma de ensinar baseada na construção conjunta do conhecimento**. Nessa perspectiva, a troca entre as pessoas, o uso da linguagem como ferramenta de mediação e o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) tornam-se elementos centrais. Essa abordagem **rompe com os métodos tradicionais e caminha junto com propostas que valorizam o protagonismo do aluno em seu próprio processo de aprendizagem**.

Paralelamente, os espaços de educação não formal, como museus, planetários, observatórios e centros culturais, abrem portas para experiências de aprendizagem mais vivas, práticas e conectadas com o mundo real. Esses ambientes dialogam diretamente com os princípios de Vygotsky, por **favorecerem interações sociais genuínas, mediações ricas e situações que instigam o pensamento**.

Este material convida à **reflexão sobre como os fundamentos da teoria sociointeracionista** se encontram com os espaços não formais de ensino, com ênfase no ensino de Astronomia como exemplo dessa integração pedagógica.

Para Vygotsky, a interação social é a base do desenvolvimento humano. O aprendizado nasce do contato com o outro, seja um colega mais experiente, um professor ou um mediador (Vygotsky, 2003). A linguagem desempenha papel essencial nesse processo, atuando como **ponte entre o sujeito e o conhecimento**.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky e os Espaços Não Formais

Além disso, todo esse processo está profundamente ligado ao contexto histórico e cultural de quem aprende (Moreira, 2021).

No Ensino Médio, é possível aplicar essa abordagem por meio de atividades como **debates, rodas de conversa, projetos em grupo e uso de tecnologias digitais**. A ludicidade, por exemplo, deixa de ser encarada apenas como brincadeira e passa a ser valorizada como uma estratégia criativa, desafiadora e colaborativa, totalmente adequada às habilidades cognitivas dos adolescentes (Moreira, 2021).

A **educação não formal**, por sua vez, acontece fora do ambiente escolar tradicional e se caracteriza por **sua flexibilidade e por priorizar a experiência prática**. Ela se realiza em lugares como **museus, bibliotecas, planetários, centros de ciência, clubes** e outros espaços que estimulam a aprendizagem de forma contextualizada e envolvente (Gohn, 2006).

Segundo Gohn (2006), **esse tipo de educação promove a cidadania, a inclusão e a autonomia**, ao mesmo tempo em que favorece a construção coletiva do saber. Além disso, respeita os ritmos e interesses de cada pessoa, estimulando o protagonismo individual e a conexão com a realidade vivida.

Esses ambientes despertam a curiosidade, desenvolvem o pensamento crítico e incentivam a investigação por meio de abordagens interativas, sensoriais e colaborativas, indo muito além dos limites do ensino convencional (Zanetic; Alves, 2008).

A ZDP se encaixa perfeitamente em espaços como museus e planetários, onde **o estudante é estimulado a explorar, investigar e trocar com colegas, educadores ou especialistas**. Essas vivências ampliam as possibilidades cognitivas e ajudam o aluno a avançar além do que ele conseguiria sozinho.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky e os Espaços Não Formais

O **sociointeracionismo** de Vygotsky está presente de forma natural nesses ambientes: seja em rodas de conversa, em mediações com o público, em exposições ou até nas interações espontâneas que acontecem nesses lugares. Isso reforça o papel desses espaços como ambientes ricos, tanto cultural quanto intelectualmente (Oliveira, 1993).

A Astronomia, com seu caráter interdisciplinar e seu grande poder de fascínio, **mostra-se como um campo privilegiado para unir a teoria de Vygotsky aos espaços de educação não formal**. Como observam Langhi e Nardi (2012), essa área ainda é pouco explorada de forma estruturada nas escolas, o que abre caminho para a expansão de práticas educativas em contextos alternativos.

Planetários, observatórios, clubes de Astronomia, feiras itinerantes e até mesmo observações a olho nu são ótimos exemplos de como é possível aprender sobre o Universo fora da sala de aula (Marques, 2017).

Esses espaços favorecem a aplicação prática da ZDP: os alunos interagem com especialistas ou com outros estudantes, manuseiam equipamentos, observam fenômenos reais e, com a mediação adequada, constroem novos saberes. Tudo isso enquanto são estimulados a pensar criticamente, a se engajar e a manter a curiosidade acesa, exatamente o que Vygotsky considerava essencial no processo educativo (Vygotsky, 2001).

Ao valorizar o diálogo, a mediação e o desenvolvimento contínuo das capacidades humanas, a teoria sociointeracionista de Vygotsky oferece uma **base sólida para uma educação mais inclusiva, crítica e contextualizada**. Quando esses princípios são levados também aos espaços não formais, como museus e centros de ciência, criam-se oportunidades ainda mais ricas para o desenvolvimento pleno dos estudantes.



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky e os Espaços Não Formais

A **articulação entre educação formal e não formal**, especialmente em áreas como a Astronomia, **amplia as possibilidades de ensino e contribui para uma formação mais significativa, que reconhece o aluno como sujeito ativo na construção do próprio saber**. Essa abordagem, além de tornar o aprendizado mais interessante, fortalece a cidadania, estimula a criatividade e promove a autonomia intelectual.

3.2 Uma jornada pela vida das estrelas

3.2.1 O nascimento das estrelas: Berçários Estelares

Toda estrela começa sua vida em uma nebulosa, uma gigantesca e fria nuvem interestelar composta principalmente pelos gases hidrogênio, hélio e poeira estelar, a qual se trata de uma suspensão de grafite, silicatos e gelo de água, em uma concentração muito baixa, da ordem de um grão por milhão de m^3 (Kepler; Saraiva, 2014). Embora o processo de formação leve milhões de anos para ocorrer, ele pode ser explicado em termos de poucas etapas cruciais:

- 1 Instabilidade e Colapso Gravitacional:** Algo perturba o equilíbrio da nuvem, como a exemplo, a onda de choque de uma supernova próxima ou a interação gravitacional entre nuvens “próximas”. Essa perturbação faz com que regiões mais densas da nebulosa comecem a se contrair sob a ação de sua própria gravidade, dando início ao processo que irá culminar na próxima etapa;



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.2.1 O nascimento das estrelas: Berçários Estelares

- 2** **Formação da Protoestrela:** À medida que a matéria se aglutina, o centro do aglomerado em colapso se torna cada vez mais denso e quente, formando um núcleo conhecido como protoestrela. Ao redor dela, um disco de gás e poeira, chamado disco protoplanetário, pode se formar, sendo o berço de futuros planetas. Observando o que ocorre com o passar do tempo no núcleo deste aglomerado, ou na protoestrela, passamos para a próxima etapa;
- 3** **Ignição Nuclear:** A contração continua, a pressão e a temperatura no núcleo da protoestrela aumentam vertiginosamente. Quando a temperatura atinge cerca de 10 a 15 milhões de Kelvin, ou grau Celsius, visto que 273,15 graus não impactam nessas colocações, as condições se tornam ideais para o início da fusão nuclear.

Nesse momento, considerado muito especial, a fusão de átomos de hidrogênio em hélio é iniciada. A energia liberada por essa reação gera uma imensa pressão interna (pressão de radiação) que age de dentro para fora, contrabalançando perfeitamente a força da gravidade, que age de fora para dentro, e que deu início a todo esse processo. Neste ponto, a estrela atinge o equilíbrio hidrostático e cessa sua contração. Ela passa a ficar “acesa, brilhante” e entra na fase mais longa e estável de sua vida, a **sequência principal**, a qual será mais detalhada a seguir.



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.3 A Vida Adulta das Estrelas e a Sequência Principal

Uma estrela passa cerca de 90% de sua vida na sequência principal, funcionando como um reator de fusão nuclear estável. Suas características mais importantes, cor, temperatura, luminosidade e tempo de vida, são determinadas quase que exclusivamente por uma única propriedade, sua massa inicial, ou seja, podemos classificar as estrelas segundo sua massa, predizendo quais os caminhos que ela pode seguir ao longo de seu processo evolutivo.

3.3.1 A Fusão Nuclear como motor das estrelas

A energia que uma estrela possui é proveniente da conversão de massa em energia, sendo esta descrita pela famosa equação de Einstein, $E = m.c^2$

No processo de fusão mais elementar que se tem, o hidrogênio (H) se une para formar o hélio (He). A massa de um núcleo de hélio recém-formado é ligeiramente menor que a soma das massas dos quatro núcleos de hidrogênio que lhe deram origem. Essa pequena diferença de massa, conhecida como “**defeito de massa**”, é convertida em uma quantidade colossal de energia, emitida principalmente na forma de fótons de alta energia, raios gama (Clayton, 1983).

★ **Cadeia Próton-Próton (PP):** Em estrelas com massa semelhante ou inferior à do Sol, esse é o mecanismo dominante. Basicamente, quatro prótons (núcleos de hidrogênio) se fundem em uma série de etapas para formar um núcleo de hélio. A reação pode ser simplificada como:



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.3.1 A Fusão Nuclear como motor das estrelas

★ **Ciclo CNO:** Em estrelas mais massivas (acima de 1,5 vezes a massa do Sol), as temperaturas centrais são ainda mais altas, permitindo um processo de fusão mais eficiente, conhecido como ciclo CNO. Nele, átomos de Carbono, Nitrogênio e Oxigênio atuam como catalisadores para fundir o hidrogênio em hélio. O resultado final é o mesmo da cadeia PP, mas a taxa de produção de energia é muito mais sensível à temperatura, levando a uma maior eficiência na sua geração (Kepler; Saraiva, 2014).

3.3.2 A transferência da energia em uma estrela

A energia gerada no núcleo precisa atravessar o interior da estrela para chegar à superfície e ser irradiada para o espaço. Para entender como isso ocorre, é possível descrever de uma maneira simplificada os dois mecanismos principais que estão presentes nesse processo:

★ **Zona Radiativa:** Em regiões onde o plasma é muito denso, a energia acaba sendo transportada por radiação. Fótons de alta energia emitidos no núcleo viajam uma distância ínfima antes de serem absorvidos por uma partícula, que então reemite outro fóton em uma direção aleatória. Esse processo faz com que tal migração da energia seja extremamente lento; um fóton pode levar centenas de milhares de anos para viajar do núcleo à superfície do Sol, por exemplo.

★ **Zona Convectiva:** Em outras regiões, o transporte de energia é dominado pela convecção. Este processo é exatamente o que se estuda em Termodinâmica. O plasma aquecido na base da zona convectiva se expande, torna-se menos denso e sobe. Ao chegar ao topo, ele libera sua energia, esfria, torna-se



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.3.2 A transferência da energia em uma estrela

- mais denso e desce novamente, criando um ciclo contínuo de correntes que transportam calor de forma muito eficiente. É um processo análogo ao que ocorre com uma panela com água fervendo.

Estas duas zonas das estrelas irão variar entre o núcleo radiativo e envelope convectivo, ou vice-versa, de acordo com a massa dela. **Assim, estrelas com massa próxima à do Sol, por exemplo, terão o transporte de energia na região em torno do núcleo predominantemente radiativo, enquanto que no envelope (região mais externa) haverá predomínio do transporte convectivo.** Tal processo se inverte quando a massa passa a ser em torno de 1,5 vezes a massa solar.

3.3.3 O diagrama Hertzsprung-Russell (HR)

O Diagrama *Hertzsprung-Russell* (HR) é uma das ferramentas mais poderosas da Astrofísica. Trata-se de um diagrama que relaciona a luminosidade intrínseca de uma estrela (quanta energia ela realmente emite) com sua temperatura superficial (que também se relaciona com sua cor). Aspectos estes que remetem ao estudo da radiação do Corpo Negro.

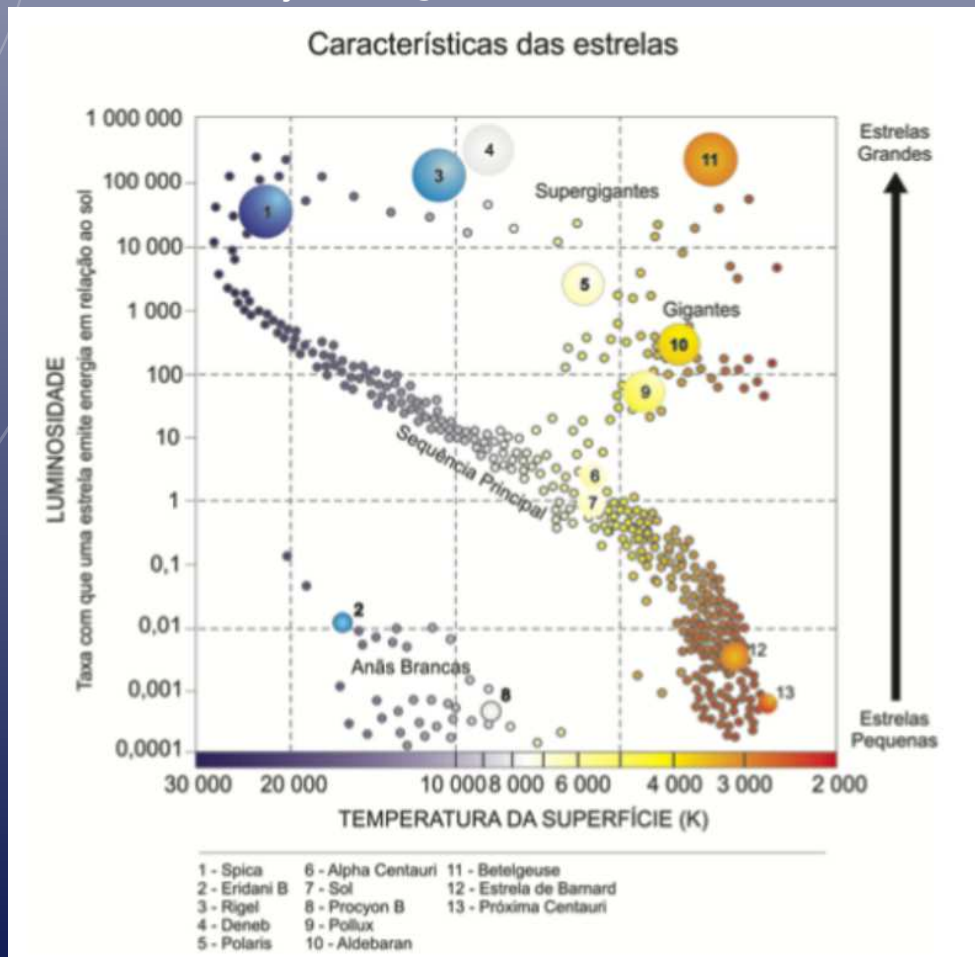
O ponto interessante nesse diagrama se estabeleceu quando foram dispostas nele estrelas que já haviam sido estudadas. **Elas não se distribuem de forma aleatória, mas se agrupam em regiões distintas, que correspondem a diferentes estágios evolutivos.** Tal comportamento permite não apenas classificar as estrelas, mas também entender suas vidas.



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.3.3 O diagrama Hertzsprung-Russell (HR)

Figura 1 - Representação de um diagrama HR, mostrando a localização de algumas estrelas conhecidas



Fonte: Retirado de (Kepler e Saraiva, 2014, p. 242).

Para auxiliar na compreensão do diagrama, algumas regiões principais são destacadas:

★ **Sequência Principal:** A longa faixa diagonal que vai do canto superior esquerdo (estrelas quentes, azuis e muito luminosas) até o canto inferior direito (estrelas frias, vermelhas e pouco luminosas). Esta é a faixa onde as estrelas passam a maior parte de suas vidas, fundindo hidrogênio em hélio em seus núcleos. A posição de uma estrela na sequência principal é determinada por sua massa: as mais massivas estão no topo à esquerda, e as menos massivas, na base à direita.



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.3.3 O diagrama Hertzsprung-Russell (HR)

★ **Gigantes e Supergigantes:** Localizadas acima e à direita da sequência principal. São estrelas que já esgotaram o hidrogênio em seus núcleos e estão em estágios mais avançados. Elas são muito maiores e mais luminosas que as estrelas da sequência principal, embora suas superfícies sejam relativamente frias (daí suas cores alaranjadas e avermelhadas).

★ **Anãs Brancas:** Encontradas no canto inferior esquerdo. São os núcleos remanescentes de estrelas de baixa e média massa. São extremamente quentes (daí a sua coloração branca), mas muito pequenas (do tamanho da Terra), e por isso têm baixa luminosidade.

3.3.3.1 O diagrama HR como ferramenta evolutiva

Como citado anteriormente, o diagrama não deve ser visto como um mero retrato estático; **ele é um mapa que nos permite traçar a trilha evolutiva de uma estrela.** Uma estrela não permanece fixa em um ponto durante toda a sua vida. À medida que sua estrutura interna e seus processos de fusão mudam, suas propriedades externas (luminosidade e temperatura) também se alteram, fazendo com que ela se movimente pelo diagrama.

Para auxiliar no entendimento e na leitura do diagrama, apresenta-se, a provável jornada do Sol:

1 Sequência Principal: Atualmente, o Sol está na sequência principal e permanecerá nela por mais cerca de 5 bilhões de anos.



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.3.3.1 O diagrama HR como ferramenta evolutiva

- 2 Rumo ao Ramo das Gigantes:** Quando o hidrogênio em seu núcleo se esgotar, o núcleo de hélio começará a se contrair. A fusão de hidrogênio continuará em uma casca ao redor do núcleo. Isso fará com que as camadas externas do Sol se expandam drasticamente e sua superfície esfrie. No diagrama HR, ele se moverá para cima e para a direita, tornando-se uma gigante vermelha.
- 3 Ramo Horizontal:** A temperatura no núcleo contraído eventualmente atingirá um ponto que permitirá a fusão do hélio em carbono. A estrela então se contrairá e aquecerá um pouco, movendo-se para uma região do diagrama conhecida como ramo horizontal.
- 4 Ramo Gigante Assintótico (AGB):** Após esgotar o hélio no núcleo, a estrela se expandirá novamente, tornando-se ainda maior e mais luminosa, entrando na fase AGB.
- 5 Nebulosa Planetária e Anã Branca:** Finalmente, o Sol ejetará suas camadas externas, formando uma nebulosa planetária, e o núcleo remanescente de carbono e oxigênio colapsará para se tornar uma anã branca, que então esfriará lentamente, movendo-se para baixo e para a direita no diagrama até desaparecer da vista.

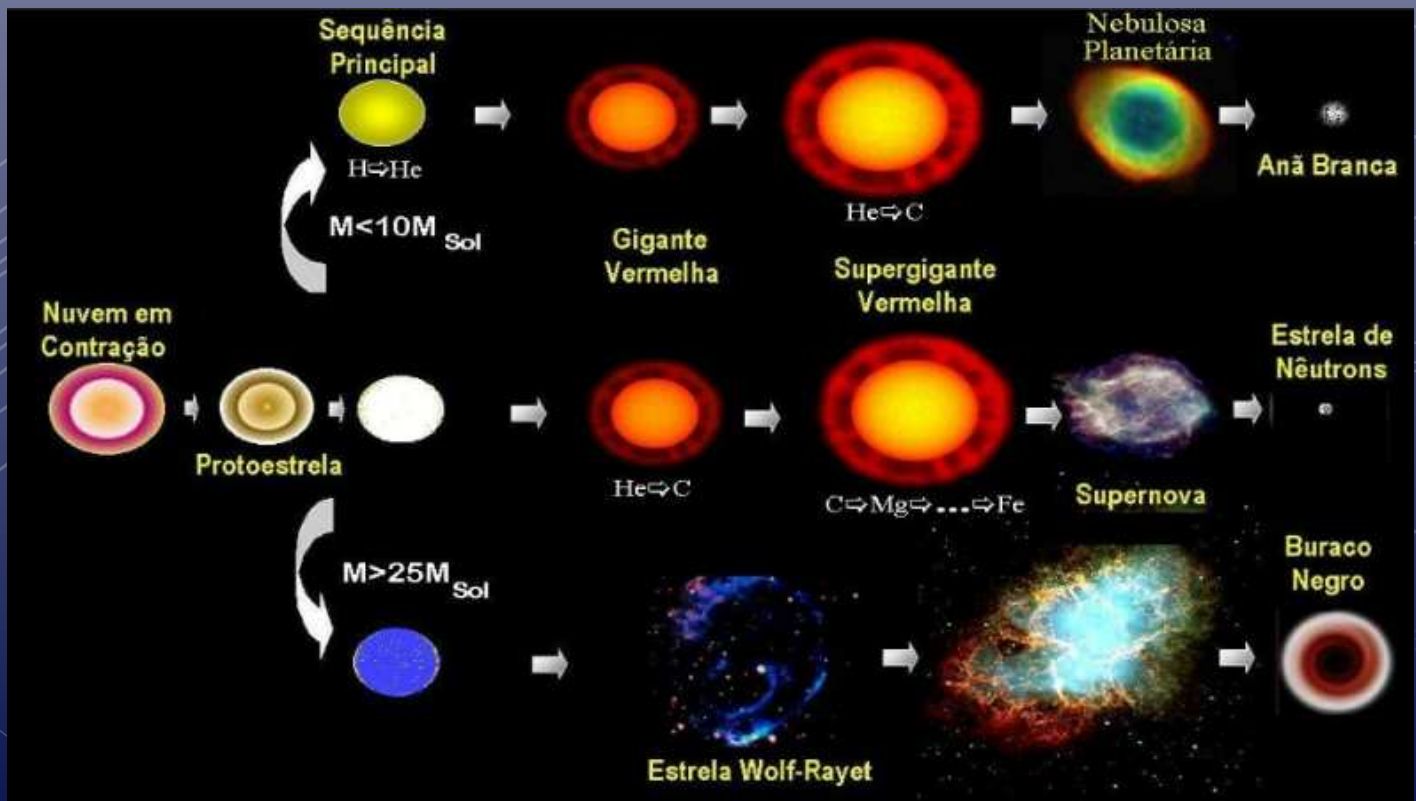


3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.3.3.1 O diagrama HR como ferramenta evolutiva

A Figura 2 traz um resumo esquemático de como ocorre o processo de evolução estelar para diferentes massas.

Figura 2 - Evolução Estelar para diferentes massas



Fonte: Retirada de <<http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/escola.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2025.

3.4 A morte estelar

O destino final de uma estrela, e o tipo de “cadáver estelar” que ela deixará para trás, é selado, tal como todo o resto, por sua massa inicial. Os dois principais tipos de comportamentos que se tem são apresentados separadamente nos subtópicos que seguem, realizando a separação das estrelas que possuem massa inicial menor ou próxima a 8 massas solares, e as que apresentam massa acima deste valor.



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.4.1 O destino das estrelas de baixa e média massa (até 10 massas solares)

- 1 Gigante Vermelha:** Como descrito, a estrela se expande, esfria na superfície e se torna muito luminosa.
- 2 Nebulosa Planetária:** Em seus estágios finais, a estrela expelle suas camadas externas de gás. Esse gás é ionizado e iluminado pelo núcleo quente remanescente, criando uma estrutura espetacular e colorida chamada nebulosa planetária (o nome é histórico e não tem relação com planetas).
- 3 Anã Branca:** O que resta é o núcleo inerte da estrela, um objeto do tamanho da Terra, mas com uma massa próxima à do Sol. A gravidade é contida por um fenômeno quântico chamado pressão de degenerescência dos elétrons. Sem mais combustível para queimar, a anã branca simplesmente irradia seu calor residual para o espaço, esfriando e apagando ao longo de bilhões e bilhões de anos.

3.4.2 O destino das estrelas de alta massa (acima de 10 massas solares)

- ★ Supergigante:** Estrelas massivas passam por fases de fusão muito mais complexas. Após esgotarem o hidrogênio, elas fundem hélio em carbono, depois carbono em neônio, oxigênio, silício, e assim por diante, criando uma estrutura interna em “cascas de cebola”, com elementos cada vez mais pesados à medida que se aproximam do centro (núcleo).



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.4.2 O destino das estrelas de alta massa (acima de 10 massas solares)

- ★ **Supernova:** O ciclo de fusão para abruptamente no ferro. A fusão de ferro não libera energia; pelo contrário, ela consome. Sem a pressão da fusão para sustentar seu imenso peso, o núcleo de ferro colapsa em uma fração de segundo. Esse colapso libera uma onda de choque que explode violentamente as camadas externas da estrela em um dos eventos mais energéticos do universo: uma supernova.
- ★ **O Remanescente Cósmico:** A explosão da supernova semeia o meio interestelar com todos os elementos pesados que foram forjados em seu interior (Yamasaki, 2007). O destino do núcleo que sobra depende de sua massa:
 - ★ **Estrela de Nêutrons:** Estrelas com massas iniciais entre aproximadamente $10 M_{\odot}$ e $25 M_{\odot}$ tornam-se estrelas de nêutrons. Se o núcleo tiver entre 1,4 e cerca de 3 massas solares, o colapso é detido pela pressão de degenerescência dos nêutrons. O resultado é um objeto incrivelmente denso, com o diâmetro de uma cidade, mas com mais massa que o Sol.
 - ★ **Buraco Negro:** Estrelas com massas iniciais maiores que aproximadamente $25 M_{\odot}$ tornam-se buracos negros. Se o núcleo remanescente for ainda mais massivo, nem mesmo a pressão dos nêutrons consegue deter a gravidade. O colapso é total e contínuo, formando um buraco negro, uma singularidade no espaço-tempo com um campo gravitacional tão intenso que nada, nem mesmo a luz, pode escapar (Shapiro; Teukolsky, 1983).



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.5 Tudo é formado por poeira de estrelas

Compreender o ciclo de vida das estrelas é, em última análise, entender a origem da Terra e da vida que conhecemos. Com exceção do hidrogênio e parte do hélio, todos os elementos químicos que compõem nosso planeta, a atmosfera que respiramos e os átomos em nossos próprios corpos foram forjados nos corações incandescentes de estrelas massivas que viveram e morreram muito antes de o Sol existir. Elas espalharam esses elementos pelo cosmos em suas mortes, permitindo a formação de novas gerações de estrelas, planetas e, eventualmente, da vida como conhecemos.



4. ROTEIROS

4.1 Montagem de uma exposição museal

Prezado(a) professor(a),

aqui você encontrará o passo a passo para a construção de uma **exposição museal científica**, enfatizando os aspectos essenciais a serem considerados durante todo esse processo.

Desenvolver uma exposição exige a **realização de diversas fases** e, para que ela seja bem-sucedida, é fundamental **atentar-se aos detalhes** que podem transformar a experiência do público.



De acordo com **Davallon (1997)**, quando pensamos em um conceito mais amplo, **a exposição pode ser entendida como uma forma organizada de apresentar objetos ao público**. Para ele, a principal distinção entre uma exposição e o museu em si está no papel que cada um desempenha: enquanto a exposição funciona como um meio de comunicação, o museu vai além disso, **é uma instituição com relevância cultural, científica, artística e social**.

Segundo **d'Alambert (1990)**, uma exposição vai além de um simples agrupamento de objetos diversos de forma agradável em um determinado espaço físico. **Ela é uma forma de comunicação que possibilita ao público aprender e vivenciar experiências tanto intelectuais quanto emocionais**. De acordo com **d'Alambert (1990)**, o êxito de uma exposição está relacionado a diversos fatores, sendo os principais: **os objetivos pedagógicos, a qualidade dos itens exibidos, a maneira de apresentação e os recursos visuais complementares, como os painéis informativos**.

4. ROTEIROS

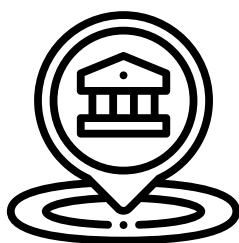
4.1 Montagem de uma exposição museal

Para que uma exposição seja verdadeiramente envolvente e cumpra seu papel educativo e cultural, é essencial ter clareza sobre três aspectos fundamentais: **as metas da exposição, o perfil do público-alvo e as motivações que orientam todo o projeto.** Ter uma visão bem definida sobre esses pontos é o primeiro passo para garantir que o evento tenha um impacto positivo. A elaboração de um **projeto expográfico**, ou seja, o planejamento e a concepção da exposição, é fundamental nesse processo exige a combinação de vários elementos e um tempo adequado de execução para que cada etapa seja feita de forma cuidadosa e precisa.

A criação de uma exposição científica vai muito além de simplesmente organizar objetos em um espaço. Trata-se de um processo que **envolve pesquisa aprofundada acerca do assunto, a seleção do melhor local, a construção**



de uma narrativa visual envolvente e a definição de estratégias que incentivem a interação do público. Quando esses diferentes componentes se combinam de maneira integrada, o resultado é uma experiência imersiva e enriquecedora para quem visita a exposição.



É importante ressaltar que este material foi baseado no livro ***Caminhos da Memória: para fazer uma exposição***, do Instituto Brasileiro de Museus.



4. ROTEIROS

4.1 Montagem de uma exposição museal

O conceito de uma exposição é essencial e deve ser enfatizado ao longo de todo o processo de criação. A exposição deve ter uma **intenção bem definida**, para que cada decisão tomada durante o desenvolvimento seja cuidadosamente planejada e contribua para atingir os objetivos estabelecidos. Neste estágio inicial, o foco está em desenvolver **abordagens que agilizem a evolução das ideias e as transformem em uma exposição eficaz e impactante**.

No museu, **as exposições e as atividades educativas** são as principais formas de se comunicar com o público. Juntas, elas são mais do que apenas ferramentas, **são a verdadeira expressão de uma abordagem que coloca o visitante no centro das preocupações**, mostrando seu compromisso em tornar a **experiência mais significativa e acessível a todos**.



É essencial organizar as informações de forma lógica e coesa, começando com uma **visão clara do que se deseja comunicar**. Além disso, é importante considerar princípios fundamentais que guiarão o processo e garantirão que a mensagem seja transmitida de forma envolvente e clara. A seleção cuidadosa de temas, objetos e a disposição no espaço são cruciais para garantir uma **narrativa fluida e compreensível**.

Portanto, esta fase inicial não se trata apenas de planejar, mas de **estabelecer as bases para uma exposição que seja informativa, inspiradora e impactante para o público**, com todas as decisões alinhadas para oferecer uma experiência enriquecedora.



4. ROTEIROS

4.1 Montagem de uma exposição museal

Esta etapa deve **estruturar as informações**, dar início ao projeto e levar em conta alguns princípios fundamentais para a criação da exposição, como:

- ★ Apostar em **diferentes recursos** para evitar que o conteúdo se torne repetitivo.
- ★ **Iniciar com informações já conhecidas** pelo público, conduzindo gradualmente para o desconhecido.
- ★ **Estruturar a exposição de forma clara**, separando-a em uma introdução, um conteúdo central e uma conclusão.
- ★ **Apresentar os objetos dentro de seu contexto histórico ou cultural**, para que o público compreenda sua importância.
- ★ Utilizar **textos curtos, diretos e fáceis de entender**, sem exagerar nas explicações.
- ★ Estruturar a exposição de forma a **destacar as mensagens mais importantes**, criando uma hierarquia de informações.
- ★ **Evitar sobrecarregar os espaços com várias mensagens simultâneas**, concentrando-se em um tema por área para facilitar a compreensão.

O passo inicial na criação de uma exposição é **compreender o propósito de sua realização**. Essa reflexão inicial estabelece a base para todo o projeto, seja para explorar um tema, debater conceitos, provocar reflexões ou incentivar a criatividade.



4. ROTEIROS

4.1 Montagem de uma exposição museal



O próximo passo é **determinar o público-alvo da exposição**. *Quem são as pessoas que queremos envolver?* Refletir sobre o perfil do público ajuda a aprimorar o projeto e a direcionar o desenvolvimento da exposição de forma mais eficaz.

Em seguida, é necessário **definir o foco da exposição**.

Selecionar a **ideia central e a abordagem** que orientarão a apresentação é um passo essencial. É importante lembrar que, em uma exposição, **é preciso tomar decisões cuidadosas**, pois não é possível abordar todos os aspectos de um tema, objeto ou ideia de forma completa.



A **pesquisa desempenha um papel fundamental nesse processo**, pois é a partir dela que muitas decisões serão tomadas, auxiliando na definição do tema e do título da exposição. Ela **fornece a base necessária para guiar as escolhas** ao longo de toda a execução do projeto. Após ter uma ideia clara do conteúdo, o próximo passo é **determinar o local, a duração e a data da exposição**. Com essas informações, é possível começar a planejar com mais precisão os detalhes do evento. **A pesquisa sobre o tema da exposição é igualmente importante**, pois fornece a base para o planejamento do espaço que será utilizado. A seleção dos itens a serem exibidos também demanda cuidado, pois, dependendo do espaço disponível, **é necessário planejar com precisão a disposição de cada peça**.



Por fim, uma vez definidas as questões essenciais sobre o conteúdo a ser exibido e sua disposição, é fundamental **formar uma equipe** para distribuir as responsabilidades e assegurar que tudo ocorra de maneira coordenada e conforme o planejado.



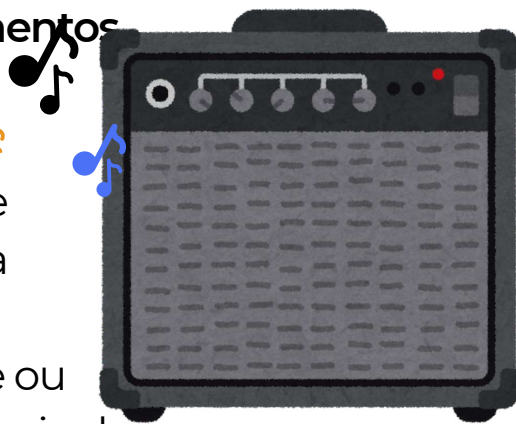
4. ROTEIROS

4.1 Montagem de uma exposição museal

Concepção, desenvolvimento e montagem de uma **exposição** são tarefas que se tornam muito mais eficazes quando realizadas em conjunto. Por isso, é essencial **conhecer as habilidades de cada membro da equipe**, e promover reuniões para identificar os talentos e competências de cada um é um passo crucial para o sucesso do projeto.

Um dos aspectos mais importantes em uma exposição, e que deve ser cuidadosamente considerado, **é a iluminação**. Com a iluminação adequada, é possível **destacar os objetos e criar uma atmosfera única**. A luz **impacta diretamente a forma, a cor e até a percepção do espaço**, por isso, ao escolher a iluminação, devemos buscar realçar os elementos da exposição e valorizar ainda mais a mostra.

Outro recurso que pode enriquecer a experiência do visitante é o **som**. A **inclusão de elementos sonoros** ativa o sentido da audição, tornando a ambientação mais envolvente. No entanto, é importante **usar esse recurso com cuidado**, para que ele se alinhe à proposta da exposição sobrecarregue o ambiente ou distraia os visitantes do conteúdo principal.



Ao planejar uma exposição, é igualmente importante **levar em consideração o orçamento disponível**. Compreender a quantia de recursos financeiros disponíveis e os recursos necessários para a realização do projeto é essencial.



4. ROTEIROS

4.1 Montagem de uma exposição museal

Elaborar um orçamento detalhado, que **inclua a fonte dos recursos e as exigências para sua implementação**, é uma fase crucial. **Pode ser necessário buscar apoio financeiro** tanto dentro quanto fora da instituição, e, para isso, estabelecer parcerias ou contar com voluntários pode ser uma estratégia eficaz. Além disso, manter o controle financeiro durante todo o processo é fundamental para **garantir a viabilidade do projeto**.

A **divulgação** é um aspecto fundamental em todo o processo de planejamento e realização de uma exposição. É crucial **informar o público sobre o evento**, apresentando a ideia central, os objetivos, a organização responsável e o local onde ocorrerá.



A **forma como a exposição é divulgada pode ser decisiva para atrair o público-alvo e despertar o interesse**.

Os **quadros, gravuras, desenhos, entre outros, fixados nas paredes ou exibidos em vitrines, devem ser cuidadosamente posicionados**. Durante uma exposição, é importante **evitar colocá-los em locais muito altos, a fim de prevenir o desconforto conhecido como "enxaqueca visual"**. A posição ideal é aquela em que o centro do quadro fica alinhado à altura dos olhos de uma pessoa de estatura média, **cerca de 1,60 m do chão**. A exposição é uma maneira de **conectar o especialista ao visitante, criando uma troca de conhecimento**. Para que essa comunicação seja realmente eficaz, não basta que os objetos sejam de qualidade ou que a disposição seja bem pensada, **as informações escritas desempenham um papel fundamental**, seja dentro da exposição ou como material complementar.



4. ROTEIROS

4.1 Montagem de uma exposição museal

Essas informações têm o **objetivo de guiar, esclarecer e, em alguns casos, orientar**. Mas é importante que elas sejam breves. **O texto precisa ser direto, simples e fácil de entender, para que qualquer pessoa consiga aproveitar ao máximo**. E, para que todos possam aproveitar a experiência de maneira confortável, **a informação mais importante deve estar logo no começo**, já que os visitantes costumam ficar em pé e nem todos têm a possibilidade de ficar assim por longos períodos.

Por fim, **a avaliação é uma ferramenta crucial para aprimorar o trabalho realizado e compreender melhor a experiência proporcionada**.

Esse processo ocorre em duas fases distintas: **inicialmente, a equipe faz uma avaliação de seu desempenho e de como a organização do evento se desenrolou**. Em seguida, é o momento de **ouvir o público, permitindo que compartilhem suas percepções sobre o tema tratado, como interagiram com a exposição e o que aprenderam**. Esse feedback é essencial para aprimorar as próximas exposições e garantir que elas cumpram sua função de maneira eficaz.



Prezado(a) professor(a),

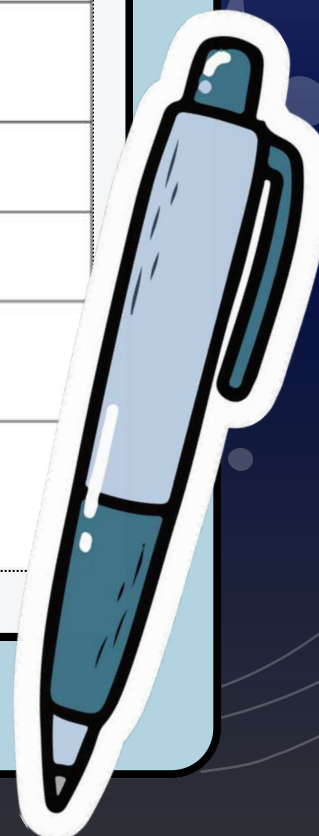
abaixo encontra-se uma **ficha de preenchimento para a produção de uma exposição museal**.



Ficha de preenchimento de elementos de uma exposição museal genérica

Título da exposição	Nome da exposição	
Tema da exposição	Descrever o tema principal.	
Objetivo da exposição	Quais são os objetivos educativos e informativos da exposição?	
Público alvo	Definir o público a ser atingido pela exposição.	
Local da exposição	Onde a exposição será realizada?	
Tempo de duração da exposição	Quanto tempo a exposição ficará aberta ao público?	
Iluminação	Planejar a iluminação do espaço, destacando as peças.	
Layout e Espaço de Exposição	Como o espaço será organizado?	
Recursos	Quais são os custos previstos para materiais?	
Divulgação	Estratégias que serão usadas para divulgar a exposição.	
Avaliação	Avaliação do impacto da exposição. Métodos que serão usados para coletar feedback do público.	

Fonte: Adaptado de Instituto Brasileiro de Museus (2017).

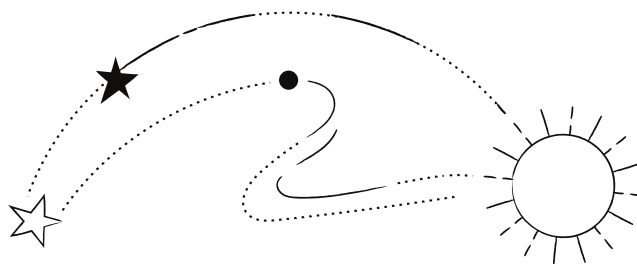


4. ROTEIROS

4.2 Construção de maquetes representativas sobre evolução estelar

Prezado(a) aluno(a),

neste material, encontra-se um roteiro sobre **como criar e executar uma exposição museal**, que é uma atividade que pode ser realizada em sua escola. Como exemplo, é apresentada a **evolução da vida das estrelas**.



Neste material, há três roteiros, que você poderá utilizar para produzir a exposição. Cada um destes roteiros representará a evolução da vida de uma estrela, **desde o nascimento até o final da vida da estrela**, a depender do seu tamanho inicial. Com este material, será possível representar e reproduzir as diversas etapas dessa evolução. **Após a conclusão das maquetes representativas, basta seguir as orientações do roteiro para montar a exposição museal e apresentar o projeto**



4. ROTEIROS

4.2.1 Fases de evolução de uma estrela com menos de 10 massas solares

LISTA DE MATERIAIS

- Caixas de papelão;
- Lã de fibra siliconada;
- Cola branca;
- Cola Quente;
- 3 Balões de festa ou bolas de isopor grande;
- Jornal ou revistas para recorte;
- Tintas de cores variadas (cores primárias);
- Pinceis (tamanhos variados);
- Pulverizador pequeno (para pintura).



INSTRUÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Para começar a montagem dos experimentos das diversas fases da vida de uma estrela, devemos:

- ★ Montar painéis de papelão e, posteriormente, pintar cinco destes painéis, utilizando tinta preta, pintar algumas estrelas pequenas pra representar o universo.

Figura 3 - Painel de Papelão



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).



4. ROTEIROS

4.2.1 Fases de evolução de uma estrela com menos de 10 massas solares

- ★ Sobre cada um destes painéis, deverá ser acondicionado um experimento que representará uma das fases da vida de uma estrela.

O Berçário das estrelas

Para confecção do **berçário de estrelas**, pegue um painel grande de papelão, pinte de preto e posteriormente à secagem, passe cola branca na superfície do papelão, depois cole a lã de fibra siliconada, espere alguns minutos até a secagem e, com o pulverizador, pinte com cores variadas e acondicione o experimento sobre o painel, para representar o berçário das estrelas.

Figura 4 - O berçário de estrelas



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

4. ROTEIROS

4.2.1 Fases de evolução de uma estrela com menos de 10 massas solares

A estrela na sequência principal

Para a confecção da estrela na fase da **sequência principal**, pegue um balão grande de festa, encha de ar, e vá passando cola branca na metade do balão e revestindo com papel, repetindo o processo, e fazendo cerca de cinco camadas. Deixe secar por cerca de 24 horas, e depois de totalmente seco, estoure o balão, passe cola na estrutura de papel e cola, e coloque a lã de fibra siliconada. Posteriormente, usando o pulverizador, pinte o experimento usando a cor alaranjada para representar a estrela na sequência principal. E, posteriormente, após a secagem, acondicione e cole a estrutura sobre o painel, para representar a estrela na sequência principal.

Figura 5 - Sequência Principal



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

4. ROTEIROS

4.2.1 Fases de evolução de uma estrela com menos de 10 massas solares

A gigante vermelha

Para a confecção da estrela na fase de **gigante vermelha**, pegue um balão grande de festa, encha de ar, e vá passando cola na metade do balão e revestindo com papel, repetindo o processo e fazendo pelo menos cinco camadas com cola e papel. Depois, coloque ao Sol pra secar por pelo menos 24 horas. Depois de totalmente seco, passe cola branca, coloque a lã de fibra siliconada que será colorida posteriormente com tinta vermelha para representar a gigante vermelha, e posteriormente à secagem, acondicione e cole a estrutura sobre o painel para representar a estrela na fase de gigante vermelha.

Figura 6 - Gigante Vermelha



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).



4. ROTEIROS

4.2.1 Fases de evolução de uma estrela com menos de 10 massas solares

A nebulosa planetária

Para confeccionar a **nebulosa planetária**, será necessário pegar pedaço grande de papelão, espalhar cola branca por toda superfície e posteriormente colocar a lã de fibra siliconada. Após isso, utilizando o pulverizador, deve-se pintar com cores variadas para representar a nebulosa planetária e, posteriormente à secagem, acondicione e cole a estrutura sobre o painel, para representar a nebulosa planetária.

Figura 7 - Nebulosa Planetária



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).



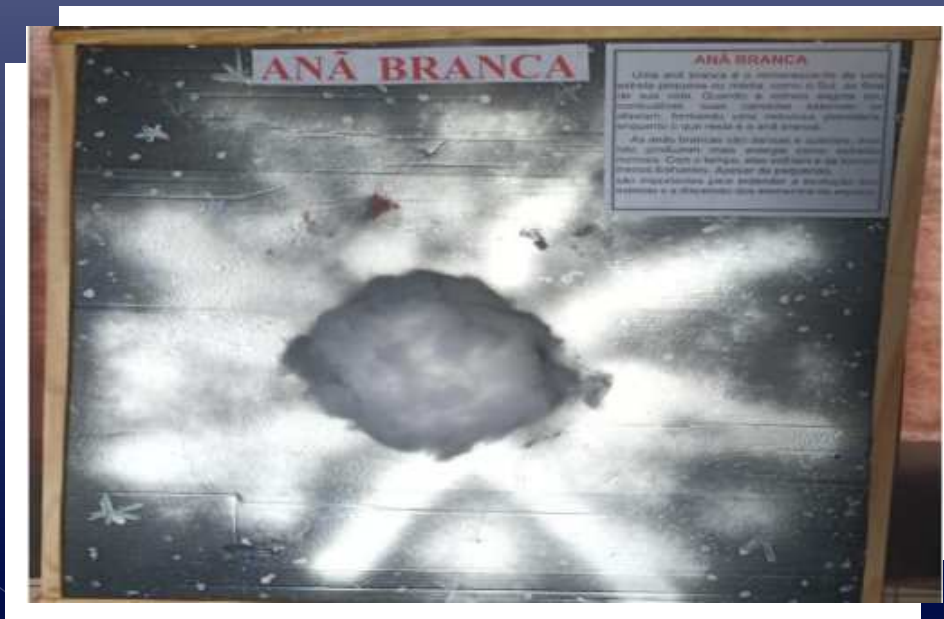
4. ROTEIROS

4.2.1 Fases de evolução de uma estrela com menos de 10 massas solares

A Anã branca

A **Anã branca** deverá ser feita com bola de isopor ou balão de festa com cola branca e papel para preparar a estrutura. Para fazer o experimento, passe cola branca na superfície da bola, cole a lã de fibra siliconada e, como o experimento representa a anã branca, não será necessário fazer a pintura. Após a secagem, acondicione e cole a estrutura sobre o painel para representar a anã branca.

Figura 8 - Anã Branca



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

Obs: Sobre cada painel, deverão ser coladas as informações coletadas durante as pesquisas realizadas no laboratório, referentes a cada fase da vida de uma estrela, para que cada visitante tenha acesso a essas informações.



4. ROTEIROS

4.2.2 Fases de evolução de uma estrela de 10 a 25 massas solares

LISTA DE MATERIAIS

- Caixas de papelão;
- Lã de fibra siliconada;
- Cola branca;
- Cola Quente;
- 3 Balões grandes de festa;
- 3 bolas de isopor grande;
- Jornal ou revistas para recorte;
- Tintas de cores variadas (cores primárias);
- Pinceis (tamanhos variados);
- Pulverizador pequeno (para pintura).



INSTRUÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Para começar a montagem das fases da vida de uma estrela de 10 a 25 massas solares, devemos:

- ★ Montar painéis de papelão e, posteriormente, pintar cinco destes utilizando tinta preta, além de pintar algumas estrelas pequenas pra representar o universo.
- ★ Sobre cada um desses painéis, deverá ser acondicionado um experimento que representará uma das fases da vida de uma estrela.



4. ROTEIROS

4.2.2 Fases de evolução de uma estrela de 10 a 25 massas solares

O Berçário das estrelas

Para confecção do **berçário de estrelas**, pegue um painel grande de papelão, pinte de preto e posteriormente à secagem, passe cola branca na superfície do papelão, depois cole a lã de fibra siliconada, espere alguns minutos até a secagem e, com o pulverizador, pinte com cores variadas e acondicione o experimento sobre o painel, para representar o berçário das estrelas.

Figura 9 - O berçário de estrelas



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

4. ROTEIROS

4.2.2 Fases de evolução de uma estrela de 10 a 25 massas solares

A estrela na sequência principal

Para a confecção da estrela na fase da **sequência principal**, pegue um balão grande de festa, encha de ar, e vá passando cola branca na metade do balão e revestindo com papel, repetindo o processo, e fazendo cerca de cinco camadas. Deixe secar por cerca de 24 horas, e depois de totalmente seco, estoure o balão, passe cola na estrutura de papel e cola, e coloque a lã de fibra siliconada. Posteriormente, usando o pulverizador, pinte o experimento usando a cor alaranjada para representar a estrela na sequência principal. E, posteriormente, após a secagem, acondicione e cole a estrutura sobre o painel, para representar a estrela na sequência principal.

Figura 10 - Sequência Principal



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).



4. ROTEIROS

4.2.2 Fases de evolução de uma estrela de 10 a 25 massas solares

A gigante vermelha

Para a confecção da estrela na fase de **gigante vermelha**, pegue um balão grande de festa, encha de ar, e vá passando cola na metade do balão e revestindo com papel, repetindo o processo e fazendo pelo menos cinco camadas com cola e papel. Depois, coloque ao Sol pra secar por pelo menos 24 horas. Depois de totalmente seco, passe cola branca, coloque a lã de fibra siliconada que será colorida posteriormente com tinta vermelha para representar a gigante vermelha, e posteriormente à secagem, acondicione e cole a estrutura sobre o painel para representar a estrela na fase de gigante vermelha.

Figura 11 - Gigante Vermelha



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

4. ROTEIROS

4.2.2 Fases de evolução de uma estrela de 10 a 25 massas solares

A supernova

Com um pedaço de papelão, será confeccionada a maquete que representará a **supernova**. Sobre o papelão, espalhe cola branca, e, posteriormente, cubra o papelão com fibra de lã siliconada. Após a secagem, com o pulverizador, faça a pintura com cores variadas para representar a supernova. Depois da secagem, o experimento deverá ser acondicionado sobre um painel para representar a fase da supernova.

Figura 12 - Supernova



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).



4. ROTEIROS

4.2.2 Fases de evolução de uma estrela de 10 a 25 massas solares

A estrela de nêutrons

Com um pedaço grande de papelão e uma bola de isopor, será confeccionada a maquete representativa da **estrela de nêutrons**. Depois de feita a colagem da bola de isopor no pedaço de papelão, deve-se passar cola sobre a superfície para ser revestida com lã de fibra siliconada e, com o pulverizador, realizar a pintura com a cor azul. Depois da secagem, o experimento deverá ser acondicionado sobre um painel para representar uma estrela de nêutrons.

Figura 13 - Estrela de Nêutrons



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

Obs: Sobre cada painel, deverão ser coladas as informações coletadas durante as pesquisas realizadas no laboratório, referentes a cada fase da vida de uma estrela, para que cada visitante tenha acesso a essas informações.



4. ROTEIROS

4.2.3 Fases das estrelas com mais de 25 massas solares

LISTA DE MATERIAIS

- Caixas de papelão;
- Lã de fibra siliconada;
- Cola branca;
- Cola Quente;
- 2 Balões grandes de festa;
- 1 Bola de isopor grande;
- Jornal ou revistas para recorte;
- Tintas de cores variadas (cores primárias);
- Pinceis (tamanhos variados);
- Pulverizador pequeno (para pintura).



INSTRUÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Para começar a montagem das fases da vida de uma estrela de 25 massas solares, devemos:

- ★ Montar painéis de papelão e, posteriormente, pintar cinco destes utilizando tinta preta, além de pintar algumas estrelas pequenas pra representar o universo.
- ★ Sobre cada um desses painéis, deverá ser acondicionado um experimento que representará uma das fases da vida de uma estrela.

4. ROTEIROS

4.2.3 Fases das estrelas com mais de 25 massas solares

O Berçário das estrelas

Para confecção do **berçário de estrelas**, pegue um painel grande de papelão, pinte de preto e posteriormente à secagem, passe cola branca na superfície do papelão, depois cole a lã de fibra siliconada, espere alguns minutos até a secagem e, com o pulverizador, pinte com cores variadas e acondicione o experimento sobre o painel, para representar o berçário das estrelas.

Figura 14 - O berçário de estrelas



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

4. ROTEIROS

4.2.3 Fases das estrelas com mais de 25 massas solares

A estrela na sequência principal

Para a confecção da **estrela na fase da sequência principal**, pegue um balão grande de festa, encha de ar, e vá passando cola branca na metade do balão e revestindo com papel, repetindo o processo, e fazendo cerca de cinco camadas. Deixe secar por cerca de 24 horas, e depois de totalmente seco, estoure o balão, passe cola na estrutura de papel e cola, e coloque a lã de fibra siliconada. Posteriormente, usando o pulverizador, pinte o experimento usando a cor alaranjada para representar a estrela na sequência principal. E, posteriormente, após a secagem, acondicione e cole a estrutura sobre o painel, para representar a estrela na sequência principal.

Figura 15 - Sequência Principal



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

4. ROTEIROS

4.2.3 Fases das estrelas com mais de 25 massas solares

A Wolf-Rayet

Para a confecção da **estrela Wolf Rayet**, pegue um balão grande de festa, encha de ar, e vá passando cola na metade do balão e revestindo com papel, repetindo o processo e fazendo pelo menos cinco camadas com cola e papel. Depois disso, coloque ao Sol pra secar por pelo menos 24 horas. Depois de totalmente seco, estoure o balão, passe cola branca e cole a lã de fibra siliconada que será colorida posteriormente com tinta azul ou verde para representar a Wolf-Rayet. Depois da secagem, o experimento deverá ser acondicionado sobre um painel para representar a estrela Wolf-Rayet.

Figura 16 - Wolf Rayet



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

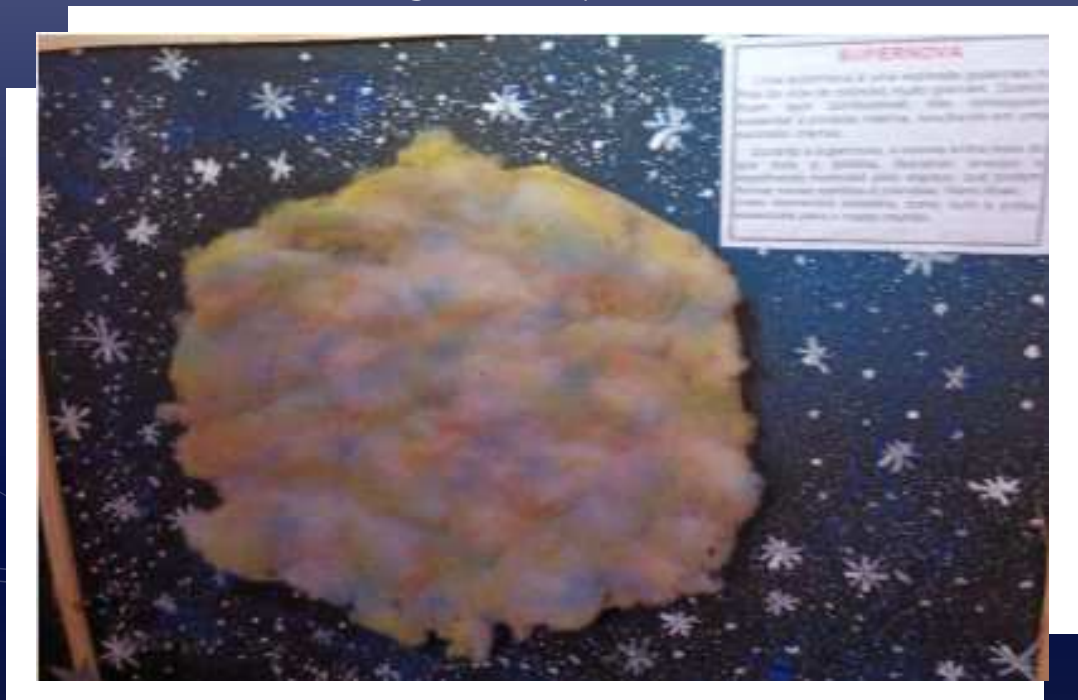
4. ROTEIROS

4.2.3 Fases das estrelas com mais de 25 massas solares

A supernova

Com um pedaço de papelão, será confeccionada a maquete que representará a **supernova**. Sobre o papelão, espalhe cola branca, e, posteriormente, cubra o papelão com fibra de lã siliconada. Após a secagem, com o pulverizador, faça a pintura com cores variadas para representar a supernova. Depois da secagem, o experimento deverá ser acondicionado sobre um painel para representar a fase da supernova.

Figura 17 - Supernova



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

4. ROTEIROS

4.2.3 Fases das estrelas com mais de 25 massas solares

O buraco negro

Para representar o **buraco negro**, pegue uma bola de isopor e pinte de preto. Posteriormente, cole-a no painel de papelão. Em volta da estrutura da bola de isopor, cole lã de fibra siliconada, e cole também uma listra de lã siliconada que passe sobre a bola de isopor. Posteriormente pinte a lã siliconada de amarelo.

Figura 18 - Buraco Negro



Fonte: Banco de imagem do autor (2024).

Obs: Sobre cada painel, deverão ser coladas as informações coletadas durante as pesquisas realizadas no laboratório, referentes a cada fase da vida de uma estrela, para que cada visitante tenha acesso a essas informações.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Prezado professor, estas são **sugestões de roteiros**, que podem ser utilizadas para guiar sua sequência didática, no entanto, todas as ideias de roteiros podem ser adaptadas à realidade escolar, ou também à criatividade dos alunos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)** – pelo apoio financeiro (Código de Financiamento 001), e ao **Polo Astronômico Rodolpho Caniato**, pelo apoio no desenvolvimento deste produto.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da defesa. Normas para a Preservação e Difusão do Patrimônio Cultural do Exército Brasileiro. 1ª edição, 2005. Disponível em <https://www.dphcex.eb.mil.br/images/Secoes/SPPC/EspacosCulturais/Legislacao/NormasPatrimonio/Normas-de-Preservao-EB.pdf>. Acesso em 01/04/2025.

CLAYTON, D. D. **Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis**. Chicago: University of Chicago Press, 1983.

DAVALLON, Jean. L' évolution du role des musées. **Revue du Groupe de Recherche pour l'Éducation et la Prospective**, nº 153. Paris: L' Harmattan, 1997.

D'ALAMBERT. Clara Coreia. MONTEIRO. Marina Garrido. **Exposição: materiais e técnicas de montagem**. São Paulo: Secretaria de Estado de Cultura, 1990.

GOHN, M da G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, vol. 4, n. 50, 2006.

HALLAL, Dalila Rosa; GUIMARÃES, Valeria Lima; FEITOZA, Igor Arnaldo de Alencar. **Exposição Virtual**: processo de concepção, planejamento e execução da exposição "Percurso da História do Turismo no Brasil". 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS. **Caminhos da memória**: para fazer uma exposição/ pesquisa e elaboração do texto Katia Bordinhão, Lúcia Valente e Maristela dos Santos Simão – Brasília, DF: IBRAM, 2017.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba, 2008.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.14, n. 3, p. 041-059, 2014.

MARQUES, J. B. V. **Educação Não-Formal e Divulgação de Astronomia no Brasil**: Atores e Dinâmica da área na Perspectiva da Complexidade. (2017). Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 309 f., 2017.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 3. ed. São Paulo: LTC, 2021.

SHAPIRO, S. L.; TEUKOLSKY, S. A. **Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars**: The Physics of Compact Objects. New York: Wiley-Interscience, 1983.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

YAMASAKI, J. **O Universo Fantástico das Estrelas**. São Paulo: Moderna, 2007.

ZANETIC, J.; ALVES, S. T. M. O ensino não-formal da Astronomia: um estudo preliminar de suas ações e implicações. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba, 2008.

