



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA

EDUARDO FREITAS CARDOZO

**METODOLOGIA DE ENSINO DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO
FUNDAMENTAL EM ZONAS RURAIS: OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA SIMPLES
COMO ABORDAGEM PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO ESTELAR.**

PARNAÍBA
2021

EDUARDO FREITAS CARDOZO

METODOLOGIA DE ENSINO DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL
EM ZONAS RURAIS: OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA SIMPLES COMO
ABORDAGEM PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO ESTELAR.

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
Campus Parnaíba.

Orientador: Prof. Me. Bruno Pires Sombra

PARNAÍBA
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Cardozo, Eduardo Freitas

C268m Metodologia de ensino de Astronomia para o ensino fundamental em zonas rurais : observação astronômica simples como abordagem para o estudo da evolução estelar / Eduardo Freitas Cardozo. - 2022.
59 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2022.

Orientador : Prof. Me. Bruno Pires Sombra .

1. Física . 2. Astronomia . 3. Estrelas - Evolução. 4. Metodologia de ensino .
I.Título.

CDD - 530

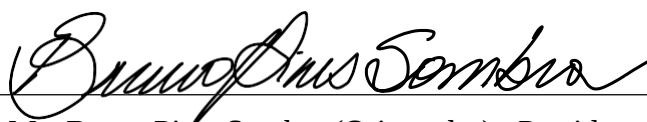
Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

EDUARDO FREITAS CARDOZO

**METODOLOGIA DE ENSINO DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL EM
ZONAS RURAIS: OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA SIMPLES COMO ABORDAGEM PARA O
ESTUDO DA EVOLUÇÃO ESTELAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial
para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. *Campus Parnaíba*.
Professor Orientador: Me. Bruno Pires Sombra.

Aprovado pela banca examinadora em 14 de fevereiro de 2022.



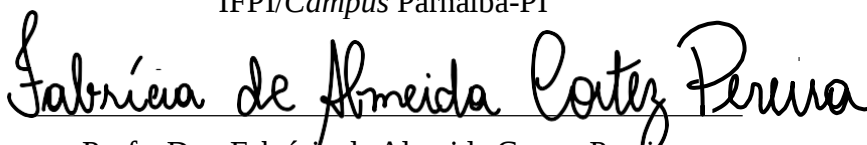
Prof. Me. Bruno Pires Sombra (Orientador) - Presidente

IFPI/*Campus Parnaíba-PI*



Prof. Me. Jeová Calisto dos Santos

IFPI/*Campus Parnaíba-PI*



Profa. Dra. Fabrícia de Almeida Cortez Pereira

IFAL/*Campus Santana do Ipanema-AL*

Dedico esse trabalho aos desiludidos e a memória dos mortos da pandemia, que Deus os tenha em um bom lugar.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é antes de tudo uma atitude de recordar todos aqueles que contribuíram para a minha formação acadêmica. De início devo lembrar dos meus queridos parentes, dos meus pais, na figura do Senhor Evaldo Carvalho Cardozo e da Senhora Francisca Maria De Aguiar Freitas, meu pai e minha mãe, respectivamente, eles foram de suma importância para a minha formação, pois antes de qualquer um, sempre estimularam e nutriram meus sonhos, tanto acadêmicos, como artísticos e até pessoais, mesmo que as vezes fossem apenas devaneios. Não poderia deixar de forma alguma de citar meu melhor amigo, Vitor de Sousa Rodrigues, um verdadeiro irmão, pelas diversas horas de estudo que dedicou a mim, como forma de me ajudar nas adversidades e dificuldades ao longo do curso. Não poderia também deixar de lembrar da minha querida amiga Elaine Borges, Laiane Borges, Amanda Borges (minha irmã, pelos empréstimos) e a Senhora Gizete Borges, ao Senhor Francisco Neto e a Dona Rosário, pela acolhida, estímulo, vocês foram uma família para mim esses anos todos, assim como Dona Marluce Pereira, o Senhor Raimundo Rodrigues e toda sua família, sem falar das Parnapocs na figura do Fernando, Ricardo, Flávio Neto e Eron, além da Dona Ieda, da Tia Ieda, da Tia Alcione pelos cafés depois das aulas do curso, e da minha vizinha Nazaré pelo amor!

Gostaria de lembrar de meus professores, principalmente dos meus orientadores, Marcos Antônio Matos Souza, que me orientou inicialmente, e ao professor Bruno Pires Sombra, esse que me orientou por último, em agradecimento pela paciência, pelos bons conselhos; a figura do professor Marcos agradeço pelos bons papos nas disciplinas de Projeto Integrados III e IV, que acabaram por ser implicitamente proto-orientações para essa monografia. Já o professor Sombra, considero uma verdadeira inspiração, é talvez o professor que mais convivi dentro do IFPI, e que mais me acolheu - até quando fiz más escolhas - por intermédio de nossos projetos dentro do Grupo Observacional de Astronomia, aceitando concluir minha orientação, e até mesmo nos papos regados à cervejinhas, obrigado por tudo!

Não poderia deixar de agradecer aos meus colegas de turma, a minha amada amiga Rose, ao Diego, ao Winklei, pois todos eles foram extremamente importantes para minha formação, os que ficaram, os que se foram, e os que chegaram depois. Gostaria de agradecer ao professor Lucas Izídio Sampaio pelas dicas e pelos bons papos, pela paciência com minhas trapalhadas, além das boas xícaras de café. É extremamente importante para mim lembrar nesses agradecimentos, das tias do refeitório, das faxineiras, dos bibliotecários e de todos os servidores, Obrigado IFPI - Campus Parnaíba! Por fim, gostaria de agradecer ao Professor Ademar Luiz, pela exortação dele, seus ensinamentos, e o estímulo, obrigado professor!

“Deum de Deo, Lumen de Lumine, Deum verum de Deo vero.”

Trecho do Credo Niceno-Constantinopolitano.

“Vocês precisam entender meu ponto de vista, meu modo de olhar a vida, para mim o mais bonito no sino é o badalo.”

Copélia.

RESUMO

Nesse trabalho procura-se abordar os aspectos referentes ao estudo da evolução estelar dentro do ambiente rural, assim abrindo a possibilidade de explorar as habilidades e competência propostas pela nova BNCC do ensino fundamental, mais propriamente a habilidade (EF09CI17), que trata especificamente da evolução estelar. O contexto rural foi escolhido justamente por ele ser o mais apropriado para a aplicação da observação astronômica simples, a observação a olho nu, como ferramenta educacional no ensino de ciências. Assim serão desenvolvidos três roteiros, que utilizem de telescópios, observação a olho nu e simuladores, como forma de aplicar o conhecimento de evolução estelar dentro do céu noturno rural. Para o desenvolvimento dos três roteiros será necessário antes de tudo o desenvolvimento de uma transposição didática que utilize da bibliografia sobre evolução estelar para elucidar o conteúdo estudado. Dessa forma, o trabalho se caracteriza como uma proposta de aplicação, no qual o professor que por ventura utilizar esse texto para alguma de suas aulas nos anos iniciais do ensino fundamental, poderá inclusive, utilizar essa transposição para ensinar o conteúdo de evolução estelar, aliado com o livro didático. Com o auxílio da transposição didática e do roteiro exemplificado, foi possível determinar através de fotografias, quais seriam bons objetos do céu noturno, dentro do contexto não urbano, para o desenvolvimento dos roteiros, nos quais em uma eventual aplicação, poderiam ser abordados em sala de aula.

Palavras-chave: Evolução Estelar. BNCC. Zona Rural.

ABSTRACT

This work seeks to address aspects related to the study of stellar evolution within the rural environment, thus opening the possibility of exploring the skills and competence proposed by the new BNCC of elementary school, more specifically the skill (EF09CI17), which deals specifically with evolution stellar. The rural context was chosen precisely because it is the most appropriate for the application of simple astronomical observation, observation with the naked eye, as an educational tool in science teaching. Thus, three routes will be developed, using telescopes, naked-eye observation and simulators, as a way to apply the knowledge of stellar evolution within the rural night sky. For the development of the three scripts, it will be necessary, above all, to develop a didactic transposition that uses the bibliography on stellar evolution to elucidate the studied content. Thus, the work is characterized as an application proposal, in which the teacher who may use this text for some of his classes in the early years of elementary school, may even use this transposition to teach the content of stellar evolution, allied with the textbook. With the help of didactic transposition and the exemplified script, it was possible to determine, through photographs, which would be good objects in the night sky, within the non-urban context, for the development of scripts, in which, in an eventual application, they could be approached in the classroom of class.

Keywords: Star Evolution. BNCC. Countryside.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
NGC	New General Catalogue
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
M	Messier
HR	Hertzsprung-Russell

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	DA OBSERVAÇÃO DOS ASTROS AO ENSINO DA EVOLUÇÃO ESTELAR.....	17
2.1	HISTÓRIA DA OBSERVAÇÃO DOS ASTROS	17
2.2	OBSERVAÇÃO A OLHO NU	18
2.3	A IMPORTÂNCIA DOS DIFERENTES TELESCÓPIOS NO ESTUDO DA ASTRONOMIA.....	20
2.4	SOFTWARE STELLARIUM E SUA UTILIZAÇÃO EDUCACIONAL.....	21
2.5	PERSPECTIVAS DO ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL.....	22
2.5	BNCC DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	25
2.6	PERSPECTIVAS SOBRE O ENSINO DE EVOLUÇÃO ESTELAR.....	27
2.7	O ENSINO DE EVOLUÇÃO ESTELAR DENTRO DA BNCC DO ENSINO FUNDAMENTAL ANOS FINAIS.....	28
2.8	A ORIGEM DA ASTRONOMIA QUANTO CIÊNCIA EXATA.....	30
2.9	DINÂMICA DAS COMUNIDADES RURAIS NA INTERPRETAÇÃO DOS FENÔMENOS NATURAIS.....	32
2.10	CONHECIMENTO POPULAR: DESENVOLVIMENTO CULTURAL, MITOS E CRENÇAS.....	33
3	EXECUÇÃO E RESULTADOS.....	35
3.1	METODOLOGIA DE EXECUÇÃO.....	35
3.2	TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	37
3.2.1	Principais elementos da Evolução Estelar: Nebulosas, Aglomerados e Galáxias	37

3.2.2	Evolução Estelar: Conceitos e Definições.....	44
3.2.3	Telescópios: Definições Básicas.....	48
3.2.4	O que é o Stellarium.....	49
3.2.5	Observação a olho nu.....	50
3.3	SUGESTÕES DE ROTEIROS.....	51
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

As estrelas sempre estiveram no imaginário popular, pois foi o interesse humano pelos astros e a relação desses “luminares” com os acontecimentos terrestres que possibilitaram, em grande medida, o desenvolvimento de uma série de crenças, metodologias matemáticas e mecanismos de medição temporal que basearam-se no chamado movimento dos astros, ou, atualmente, movimento aparente dos astros. Por conseguinte, as estrelas sempre caracterizaram-se como um eficaz mecanismo de compreensão da realidade - mesmo que aparente – visto que essa compreensão permitiu inclusive o aprimoramento do aprendizado, do método científico e da educação em geral, principalmente quando encarado da perspectiva de um laboratório universal, o céu noturno, veja a figura 1. Foi a curiosidade de entender essas coisas que levou os seres humanos a distinguir estrelas de planetas, e por fim a estudar, na modernidade, a diferença existente entre as diversas estrelas, outrora ditas fixas, mas que na verdade são mutáveis e cheias de particularidades (WEINBERG, 2015; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014; HORVATH, 2008).

Figura 1. Stonehenge, cada pedra pesa em média 26 ton.



Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

Assim, entender o que são as estrelas, poder defini-las e ter a capacidade de identificá-las é algo que iniciou já na antiguidade, quando chamaram as estrelas que mudavam de posição na esfera celeste mais rapidamente de “planetas”, as estrelas itinerantes. Hoje em dia, é fácil distinguir os planetas de uma estrela propriamente dita, sendo que para ser uma estrela, não basta que o corpo celeste seja um ponto brilhante no céu noturno, como era entendido anteriormente, e como muitos ainda encaram. As estrelas, portanto, possuem uma série de características Físicas que as particularizam, e que, por exemplo, determinam sua idade,

composição, processo de formação e suas diferentes tipologias, assim constituindo o processo evolutivo das estrelas. Entender o processo de evolução das estrelas é uma forma bastante pertinente de entender a formação do próprio universo, e até mesmo, das formas de vida existente na terra, algo que pode ser encarado como um fator equivalente atual as observações feitas pelos antigos, mas que de certo modo, podem trazer novos significados no âmbito educacional devido o caráter atrativo, integrador e interdisciplinar da astronomia (SANTANA; TEIXEIRA, 2018; RODRIGUES, 2016; WEINBERG, 2015).

A evolução estelar, por ser um estudo associado a astronomia, pode cumprir um papel interdisciplinar, atrativo e replicador dos processos de ensino e aprendizagem associados a evolução da ciência, justamente pelo fato da astronomia ser considerada a ciência de vanguarda no processo científico rudimentar, além de ser a ciência mais difundida na cultura de massa e no imaginário popular, através de filmes de ficção científica, séries de TV, livros e músicas, algo que costumeiramente chama a atenção dos jovens. Entender de forma mais complexa a evolução das estrelas pode ter uma série de aplicações dentro do ensino de Física, Química e das ciências em geral, evidenciando-se assim a importância de se desenvolver mecanismo e métodos significativos nos quais os alunos possam através desse entendimento identificar as estrelas e com isso compreender a formação, composição e idade do Universo. O desafio, portanto, emerge na necessidade de metodologias simplificadas, acessíveis e que possam traduzir um conhecimento robusto como esse para uma linguagem mais significativa e palpável, além de prática e viável diante da realidade educacional (DOS SANTOS, 2020; LANGUI, 2009; DIAS; RITA, 2008; SANTANA; TEIXEIRA, 2018; RODRIGUES, 2016; WEINBERG, 2015).

Mediante a essa necessidade de ampliação do entendimento sobre o ensino de astronomia, Dias e Rita enfatizam, por exemplo, a importância interdisciplinar e o teor histórico do ensino de astronomia:

Uma amostra prática dessa interdisciplinaridade está ligada à evolução tecnológica que o estudo da astronomia tem propiciado em diversas áreas do conhecimento. Por exemplo, o desenvolvimento de antenas, espelhos, telescópios, vem permitindo o monitoramento do espaço e da própria Terra, facilitando a pesquisa nas áreas das ciências espaciais, meteorologia, telecomunicações e geociências, além de colaborar com as correções de alguns problemas oftalmológicos (DIAS; RITA, 2008, p. 56).

Se for associada essa característica interdisciplinar da astronomia, por exemplo, com o ensino de Física, suas grandezas, e seus aspectos históricos, torna-se imperativo o papel que esse tipo de inclusão teria no conteúdo de Física, pois como sabemos, grande parte dos alunos têm dificuldades para relacionar o conhecimento científico com a realidade, sendo assim, o estudo da formação estelar constitui um eixo norteador que favorece os conceitos da ciência Física, tal como de uma diversidade de outras ciências. A partir disso, esse estudo parte da proposição de uma metodologia simples e acessível, no qual o professor através de um roteiro experimental pré-elaborado e guiado por alguns parâmetros conceituais baseados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental anos finais, em comunidades rurais de baixa luminosidade, onde possa aplicar esse procedimento através de uma observação astronômica, seja ela olho nu, com telescópios de baixo custo ou por meio de um simulador gratuito, tendo foco o conteúdo do 9º ano e a habilidade (EF09CI17).

2. DA OBSERVAÇÃO DOS ASTROS AO ENSINO DA EVOLUÇÃO ESTELAR

2.1 HISTÓRIA DA OBSERVAÇÃO DOS ASTROS

Desde sempre a humanidade teve o ímpeto de tentar entender o mundo através da observação dos astros. Já na pré-história, depois, na origem das grandes civilizações, povos antigos, como os chineses, babilônios, assírios e egípcios procuravam inferir a respeito dos fenômenos astronômicos e sua relação com o cotidiano das observações diárias do movimento aparente dos astros. Nesse período aqueles que dedicaram sua existência a conjecturar a respeito do mundo e como ele surgiu, tentaram de diversas formas explicar a vida do homem através de um olhar especial para o céu, o observando, e desse modo, procurando entender se havia alguma relação entre tais coisas, veja a figura 2 (WEINBERG, 2015; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Figura 2. Antiga gravura com a constelação de Órion, com a percepção observacional daquele tempo sobre as constelações.



Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

Desse modo desenvolveu-se a percepção periódica dos fenômenos celestes, observados na Esfera Celeste, sendo este entendimento inicialmente associado a superstições e preságios relacionados a questões mitológicas e de cunho religioso. Foi naquele tempo, que olhando para o céu noturno, os antigos astrônomos, muitas vezes também astrólogos, observaram a existência da relação entre aqueles movimentos celestes e os terrestres, tais como o melhor

período para o plantio, para a colheita, tal como, a melhor época de se estocar alimentos, e também, além de utilizar esses astros como forma de se localizar no espaço e no tempo (WEINBERG, 2015; AFONSO & NADAL, 2013; OLIVEIRA FILHO & SARAIVA, 2004).

Desse entendimento rudimentar surgiram entendimentos mais elaborados, tais como o desenvolvimento e a aplicabilidade da matemática para determinar distâncias através dos astros, a realidade e sua relação com os astros e os planetas, tais como, as equivocadas, mas interessantes, ideias pitagóricas de Terra e Anti-Terra, a esfericidade da Terra, e as causas dos fenômenos naturais através da influência das *orbis* celestes. Desse modo houve uma dissolução entre o mito e o ideal científico, ou filosófico natural, mesmo que de forma rudimentar e até mesmo equivocado. A observação astronômica é o marco fundamental do desenvolvimento científico da astronomia como ciência exata e mensurável, e isso tornou-se ainda mais evidente com o desenvolvimento do chamado gnômon, uma haste vertical, calibrada com o solo, e que com o passar das horas e dos dias, forma uma sombra, cujo tamanho depende da hora que ela foi medida, e da época do ano. instrumento possivelmente criado por Anaximandro (WEINBERG, 2015; OLIVEIRA FILHO & SARAIVA, 2004).

2.2 OBSERVAÇÃO A OLHO NU

A principal forma de observação dos astros pelos vários séculos que antecederam a criação do telescópio óptico foram as observações a olho nu. As observações a olho nu ocorriam das mais diversas formas, sejam elas com o simples olhar cotidiano a respeito dos astros, que qualquer um indivíduo pode vir a ter com o auxílio de instrumentos ópticos de medição como astrolábios e sextantes. As grandes primeiras conjecturas a respeito de como funcionava o mundo e as *orbis* celestes se deram através desse tipo de observação (WEINBERG, 2015; WHITE, 2009).

É importante dizer que os sistemas do mundo, ou seja, o entendimento a respeito das órbitas planetárias, todos estes, foram desenvolvidos apenas com idealizações e observações a respeito da cinemática dos corpos errantes e das ditas estrelas de fundo. O grande astrônomo da antiguidade, Ptolomeu, considerado o mais proeminente e influente *astrocartógrafo* da antiguidade e da idade média no ocidente, fez suas conjecturas geocêntricas de ciclos, epiciclos e todas as definições sobre o sistema planetário onde a terra era o centro do universo utilizando idealizações e observações a olho nu. O padre católico, Nicolau Copérnico, que viveu no

período pré-revolução científica, desenvolveu seu sistema heliocêntrico de órbita circular, também baseado em epiciclos e excêntricos, utilizando apenas observações a olho nu e entendimentos preconcebidos (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014; HORVATH, 2008).

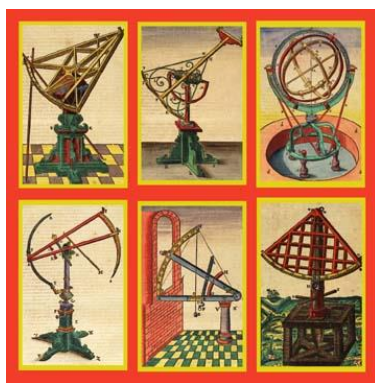
Figura 3. Gravura de Tycho Brahe (1546-1601), o último grande astrônomo observacional antes da invenção do telescópio.



Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

O último grande astrônomo profissional a olho nu, foi Tycho Brahe (veja a figura 3 e 4), um astrônomo dinamarquês que tinha um observatório chamado Uranienborg na ilha de Ven, no Öresund, entre a Dinamarca e a Suécia, local no qual ele catalogou durante vários anos a posição das estrelas. Tycho era contrário a ideia Copernicana dos planetas girando em torno do sol em órbitas circulares, devido justamente aos dados coletados por ele em suas observações e medições. Devido a isso Tycho criou seu próprio sistema do mundo, sistema esse que tinha o sol orbitado por todas as outras estrelas itinerantes (planetas), mas que o sol girava ao redor da Terra (WEINBERG, 2015; WHITE, 2009).

Figura 4. Gravura exemplificando os instrumentos utilizados por Tycho Brahe em suas observações a olho Nu.



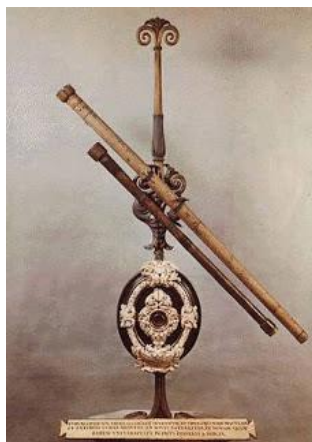
Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

Visto isso, a observação a olho nu é uma metodologia de estudo dos astros que constitui uma eficácia considerável dentro de uma perspectiva de caráter significativo e de inserção do aluno no ambiente de aprendizagem menos abstrato. Levando em consideração a história da astronomia é notório que por muito tempo a observação a olho nu foi uma forma predominante de entender os astros. Os telescópios, surgem desse modo como uma segunda alternativa.

2.3 A IMPORTÂNCIA DOS DIFERENTES TELESCÓPIOS NO ESTUDO DA ASTRONOMIA

Com a revolução científica, surgiu, portanto, a necessidade do aperfeiçoamento dos estudos pela então Filosofia natural, de modo que foi inserido no processo de busca por conhecimento a experimentação como fator norteador das investigações dos fenômenos naturais, essa imposição, enfatizada por Galileu Galilei, deu origem a ciência moderna. Antes dos estudos preliminares de Galileu, já eram utilizados instrumentos ópticos como os óculos, os binóculos e as lunetas, entretanto era rudimentar sua utilização, o que não trazia bons resultados para o estudo da Astronomia. Galileu foi o responsável pelo aperfeiçoamento e desenvolvimento do telescópio feito com a finalidade de estudar os astros, sendo o primeiro estudo científico a utilizar essa ferramenta de forma objetiva e metodológica, o tratado *Mensageiro Sideral* publicado por Galileu, e que tinha como principal objeto os planetas Jovianos, com ênfase em Saturno, além de também estudar as luas de Júpiter (WEINBERG, 2015; WHITE, 2009).

Figura 6. Gravura do telescópio utilizado por Galileu em suas Descobertas.



Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

Desse modo o telescópio torna-se o principal mecanismo experimental de estudo dos astros, pois, com ele foi possível ter uma visão mais completa dos fenômenos celestes. Foi com o telescópio que se descobriu que as estrelas, ditas itinerantes, na verdade eram planetas tal como o nosso. Essa nova ferramenta demonstrou, inclusive, a irregularidade e as deformações existentes na superfície lunar e dos outros corpos celestes, algo que quebrou o paradigma Aristotélico da perfeição supralunar (WEINBERG, 2015; WHITE, 2009).

Com o passar do tempo os telescópios foram sendo aprimorados, *Sir*. Isaac Newton, por exemplo, desenvolveu o chamado telescópio refletor, que ao invés de utilizar somente lentes, também utilizava espelhos para ampliar o tamanho dos astros. Posteriormente, foram desenvolvidos outros tipos de telescópios, sendo alguns deles ópticos, mas também outros que captavam ondas eletromagnéticas que vão além da luz, abrangendo uma faixa maior do espectro eletromagnético que o espectro visível, como por exemplo os rádiotelescópios (WEINBERG, 2015; NUSSENZVEIG, 2014; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014; HORVATH, 2008).

Desse modo os telescópios são instrumentos necessários para estudar as estrelas e os demais corpos celestes, seja de forma amadora e puramente educacional, ou ainda pelos cientistas, os quais, atualmente utilizam de telescópios diversos aliados com softwares computacionais. Na educação também são utilizados softwares para estudar os astros, vejamos um deles.

2.4 SOFTWARE STELLARIUM E SUA UTILIZAÇÃO EDUCACIONAL

São diversas as utilizações do Stellarium no contexto educacional e do ensino de ciências, sempre utilizado como alternativa à observação a olho nu e com telescópios, muitas vezes tido como mecanismo auxiliar de observação dos astros. O Stellarium destaca-se como uma ferramenta extremamente didática para o ensino de Astronomia, tanto no chão da sala de aula como nas aulas de campo aberto, visto que, em sala de aula ele pode ser utilizado para estudar os astros, dentro de uma perspectiva simulada, e no ambiente de campo aberto, como ferramenta de estudo comparado, através de uma busca comparativa com as estrelas do céu e do que é visto pelo aplicativo. Isso é possível devido o programa conter um catálogo integrado com milhares de estrelas, com centenas de nebulosas, com corpos menores e satélites, além da ilustração das constelações por meio de figuras (BERNARDES, 2010, MARINHO; LEITE FILHO; DE FREITAS, 2018; ANDRADE; SILVA; ARAÚJO, 2009).

São diversos, portanto, os trabalhos que ressaltam as vantagens da utilização desse software no ensino de Astronomia, sendo que em todos esses é destacado a acessibilidade para o público em geral. Andrade, Silva e Araújo (2009) destacam que:

Por ser um software livre, o Stellarium pode ser facilmente adquirido sem custos pela internet. A sua instalação é simples e não é necessário um computador com uma configuração avançada, sendo possível utilizá-lo na maioria dos computadores pessoais encontrado nos laboratórios de informática das escolas (ANDRADE; SILVA; ARAÚJO, 2009, p. 1).

São diversas as utilizações do Stellarium dentro do contexto educacional, pois o aplicativo é de fácil acesso e pode ser aplicado com o mais variado grupo de estudantes. Isso já foi verificado desde a educação fundamental 1 até o ensino de jovens e adultos (EJA), onde os estudos procuraram introduzir a utilização do aplicativo como forma de dar significado para a realidade do ensino e aprendizagem dentro do chão da sala de aula, pois o Stellarium deve ser aliado em condição *sine qua non* a observação, seja a olho nu, com telescópio, ou ainda, com uma aula teórica de roteiro bem definido e elaborado. A partir disso, vemos que a observação a olho nu, com telescópio, ou ainda com uso de um software como o Stellarium, é de extrema importância para sistematizar e popularizar o ensino de astronomia no Brasil (GOULART, 2015; ANDRADE; SILVA; ARAÚJO, 2009; PACHECO; LIMA; ZANELLA, 2018; BESERRA, et al., 2018).

2.5 PERSPECTIVAS DO ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL

Os primórdios da Astronomia no Território Brasileiro remontam aos povos indígenas que habitavam essa região, sendo que estes, utilizavam do conhecimento sobre a disposição dos astros no céu noturno como mecanismo de localização para caça e navegação, e o relacionavam também com suas práticas religiosas. O conhecimento astronômico detido pelos povos indígenas se caracteriza principalmente como uma forma de conhecimento de transmissão hereditária, mas que, acima de tudo, era cunhada de um caráter prático e técnico-agrário, pois, com uma visão extremamente original os indígenas possuíam sistemas bem eficazes e sistemáticos de definir a passagem do tempo, as fases da lua, as marés e em que períodos siderais teriam melhores condições para o plantio devido as chuvas. Entretanto, se remonta a

pré-história brasileira, registros arqueológicos que evidenciam em pinturas rupestres que trazem informações sobre o conhecimento astronômico das pessoas que viviam aqui de 7.000 há 4.000 anos atrás (AFONSO, 2006; LANGHI; NARDI, 2009).

Com o processo de colonização, os sistemas educacionais e a sistematização ocidental europeia trazidas ao Brasil, a educação em astronomia voltou-se para os aspectos religiosos cristãos, e as percepções dos astros ligadas a igreja católica e ao reino de Portugal, apesar de nas aldeias indígenas, agora perseguidas, suas percepções continuassem em vigor. Com essa vinda do Europeu e do entendimento científico ocidental vigente, em 1639 o Alemão e entusiasta da Astronomia moderna, George Marcgrave, construiu o primeiro observatório astral em terras brasileiras, localizado na cidade do Recife, sendo este um grande marco na astronomia com telescópios em nosso país. Já no que se refere ao ensino, a coroa portuguesa junto a Sé Romana, deram a responsabilidade pela catequização e alfabetização dos povos indígenas para a companhia de Jesus, ordem religiosa e institucional ligada à Igreja Católica, muito conhecida por ter membros que deram contribuições a filosofia, a ciência e a Astronomia, sejam historicamente negativas ou positivas, justamente por administrarem diversas universidade e colégios na Europa, apesar dos padres não terem astronomia em seu "currículo", ensinavam Astronomia regularmente. Anos depois, o imperador do Brasil, Dom Pedro I, criou o observatório nacional no Rio de Janeiro, com a finalidade de fazer estudos astronômicos com fins geográficos e de estabelecimento de um horário padrão, dando assim a um ciclo modesto, mas real, de estudo em Astronomia no Brasil (LANGHI; NARDI, 2009).

Desde o início da última década, o Brasil demonstrou haver uma modesta retomada de atenção ao ensino e popularização da Astronomia, conforme indicam estudos de área feitos por Langhi e Nardi (2009). Há algumas instituições oficiais que se empenham na educação em Astronomia, visando a formação profissional de professores nesta área, além da capacitação do público, com projetos de extensão e divulgação, como a formação continuada de professores. Baseando-se nas pesquisas feitas, considere brevemente, a seguir, alguns exemplos de eventos nacionais que oferecem uma primeira formação do pensamento em Astronomia e do seu ensino.

Eventos nacionais específicos em Astronomia e seu ensino são os encontros nacionais de Astronomia (ENAST), nos quais astrônomos profissionais e amadores reúnem seus trabalhos com o objetivo de congregar pessoas e instituições em torno da Astronomia, e despertar o interesse do grande público para com a ciência (ENAST, 2001); e os encontros brasileiros para o Ensino de Astronomia (EBEA), os quais se focalizam em trabalhos de pesquisa exclusiva-

mente na área educacional. Outros eventos nacionais na área de educação em ciências também incluem espaços para a exposição de estudos relacionados com o ensino de Astronomia, tais como os Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF), os encontros de pesquisa em ensino de Física (EPEF) e os Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), evidenciando a retomada de uma preocupação crescente com o ensino de Astronomia mediante o aumento de trabalhos sobre o tema nos últimos anos.

A Astronomia é uma ciência extremamente eficaz no que se refere as diversas abordagens práticas encontradas no dia a dia, pois segundo Dias e Rita (2008) a Astronomia chama a atenção das pessoas em qualquer faixa etária e, além disso, esta faz parte da matriz curricular proposta pelos antigos PCN's dos ensino fundamental e médio, e atualizadas pela nova BNCC. Contudo, grande parte dos estudantes não tem acesso a esses conteúdos de forma mais ampla e interdisciplinar, algo que se espera mudar com as mudanças nos currículos do ensino fundamental e médio, sendo que antes da BNCC, Astronomia no âmbito do ensino médio era associada de forma quase que direta ao conteúdo de Física (PEIXOTO; KLEINKE, 2016).

Peixoto e Kleinke (2016) ainda indicam que mesmo o ensino de Astronomia estando na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional desde da década de 1996, grande parte do teor é inserido no ensino médio de forma a contemplar fontes inadequadas ou sem o devido preparo pedagógico, ou ainda, sem a devida atenção, deixando o conteúdo de lado. Devido a isso se sugere que a Astronomia seja utilizada para estabelecer relações interdisciplinares com ênfase em sua relação particular com a Física, para que inclusive possa-se relacionar com as outras disciplinas, de modo que ao discutir tópicos tais como gravitação e a movimentação relativa do Sol, da Lua e dos planetas do Sistema Solar, isso possa ser correlacionado com a biologia, a química e a geografia, por exemplo.

Isso é necessário principalmente quando encaramos o que diz Canalle (2003) ao demonstrar que alguns conteúdos de Astronomia ensinados na aula de Física apresentam erros graves, como o problema da órbita da Terra, onde a maioria dos livros didáticos, a um fim de facilitar a visualização do conceito pelos alunos, desenharam a órbita da terra com uma excentricidade exagerada. Essa informação equivocada acaba sendo ensinada involuntariamente por professores, e pelos autores dos livros didáticos, e acaba levando muitos alunos a conclusões equivocadas, como a de que o verão ocorre justamente quando a terra passa mais próxima do Sol, por exemplo, quando na verdade isso ocorre pela inclinação do eixo de rotação do planeta. Desse modo, é perceptível a gravidade da quase não existência de livros

didáticos especializados no Ensino de Astronomia, impondo assim aos professores a utilização de livros de Física para assuntos específicos de Astronomia, ou pior, fontes nada confiáveis na internet, além de sites de notícias que tratam com sensacionalismo os fenômenos astronômicos (BUENO et al., 2019; LANGHI; NARDI, 2009) .

2.5 BNCC DO ENSINO FUNDAMENTAL

O documento, inicialmente, aborda seu caráter normativo e norteador para os rumos da educação, a partir de sua promulgação, configurando-se assim como um marco para uma melhor abordagem dos mecanismos de ensino e de sua máquina burocrática - sendo esta essencial para uma progressão controlada e igualitária das competências e recursos públicos - seguindo-se, desse modo, os princípios éticos, democráticos e de formação integral para o cidadão. Esses termos são previstos na famigerada LDB (Lei de Diretrizes Bases da Educação), lei norteadora dos meios educacionais e dos princípios democráticos no trato do ensino público, para que pudessem servir como mecanismos de orientação para os Estados, municípios e o Distrito Federal na educação básica dos cidadãos. Portanto, a BNCC configura-se como uma afirmativa focada em desfragmentar o ensino e as desigualdades de aprendizado nas diversas camadas da sociedade, através de uma abordagem geral e unificadora, ou seja, um patamar comum para todos os estudantes (BRASIL, 2018).

A BNCC divide-se, segundo o texto, em 10 competências fundamentais, cujos quais estão inseridas no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes, sendo estas definidas pelo próprio documento como: A mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. Essas definições são calcada em um perspectiva progressista e construtivista, alinhada a um pensamento de proteção e preservação da natureza, da dignidade Humana e da justiça social, questões tão urgentes ao povo e ao desenvolvimento nacional. Tudo isso previsto pelo pacto de bem-estar social previsto pela constituição de 1988, nos termos da Lei de Diretrizes e Bases que precede a letra do texto constitucional, principalmente quando falamos dos direitos fundamentais dos cidadãos (BRASIL, 2018; BOLLMANN; AGUIAR, 2017).

Isso é visto de forma clara nos marcos legais que influenciaram o texto da BNCC, principalmente, como já dito, na constituição de 1988 que impera a educação como direito fundamental compartilhado entre Estado, família e sociedade, sendo, acima de tudo, a Educação um DEVER do Estado Brasileiro. Isso é reforçado pela LDB, endossada pelo artigo 210 da Constituição Federal de 1988 que sugere o estabelecimento de conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica. A partir disso é importante ressaltar que os marcos fazem questão de enfatizar que as competências e diretrizes são comuns, mas os currículos são diversos; isso demonstra que o foco no essencial, no que de fato é importante para a formação democrática e consciente do cidadão, é visto através da noção de base comum, o que é compatível com a noção de conhecimento curricular contextualizado pela realidade local, social e individual de cada região do país e das realidades onde as comunidades escolares estão instaladas (BRASIL, 2018).

Para isso o Conselho Nacional de Educação cumpriu o papel de emulador na realização desses entendimentos a respeito da BNCC ao longo da década de 1990, bem como de sua revisão nos anos 2000 através dos norteadores diretivos por eles traçados nesse período, promovendo as diretrizes curriculares nacionais e posteriormente a criação do PNL, o plano nacional de educação. Este configura-se como mais um marco orientador para este documento, e que reforçou a importância do papel social da educação de base. Com a reformulação da LDB em 2017 uma nova perspectiva foi introjetada no debate, junto a ideia de competência, a de habilidades, sendo, segundo o texto, trata-se, portanto, de maneiras diferentes e intercambiáveis para designar algo comum, ou seja, aquilo que os estudantes devem aprender na Educação Básica, o que inclui tanto os saberes quanto a capacidade de mobilizá-los e aplicá-los (BRASIL, 2018; BOLLMANN; AGUIAR, 2017; RAMOS; HEINSFELD 2017).

Em conformidade com os órgãos internacionais de fomento à educação como a OCDE e a UNESCO, a BNCC procurou adotar a visão na qual o principal é a obtenção das competências necessárias, ou seja, o saber fazer. Isso é corroborado com o compromisso de uma educação integral e significativa, claramente expressa no texto da BNCC, cujo o indivíduo é inserido em um todo no qual a vida real e o cotidiano do aluno importam. Obviamente tudo isso, regado a políticas públicas de qualidade, que ajudem os estudantes, dando-os as possibilidades e mecanismos para vencer os desafios da sociedade contemporânea, proposta essa extremamente ousada e audaciosa (BRASIL, 2018; GONTIJO, 2015; SILVA; LOUREIRO, 2020).

2.6 PERSPECTIVAS SOBRE O ENSINO DE EVOLUÇÃO ESTELAR

Carl Sagan (2017) em sua obra *Cosmos* decretou: “Somos todos feitos do mesmo pó de estrelas”; e assim perpetrou dentro da cultura popular uma visão muito particular a respeito da evolução estelar, o papel das estrelas dentro da formação da matéria necessária para a formação da vida em nosso planeta. Dentro dessa perspectiva Santana, Plaza e Teixeira (2018) destacam o caráter significativo do ensino da evolução estelar dentro das escolas, através da divulgação das ciências e principalmente do ensino de Física aliado com o ensino da Química, demonstrando assim o caráter interdisciplinar, ainda mais quando avaliamos a frase de Sagan, que implica diretamente na evolução estelar como associada à evolução da vida. Tanto no ensino fundamental como no ensino médio essa relação transcendental e interdisciplinar da Astronomia devem ser contemplados para que assim possam despertar uma real curiosidade nos estudantes, algo que é proporcionado pelo tema de evolução estelar se bem trabalhado e transposto didaticamente (SANTANA; PLAZA; TEIXEIRA, 2018; LANGUI; NARDI, 2014; NARDI, 2009; SAGAN, 2017).

Para que esse conhecimento chegue de forma completa e distinguível aos estudantes da educação básica é, portanto, necessário o desenvolvimento de metodologias e transposições didáticas, dentro de roteiros bem elaborados, que possam ir de encontro aos conteúdos produzidos dentro das universidades, centros de pesquisa e bibliografias, pois, atualmente são escassos os produtos educacionais e impressos desse tema para a educação básica, algo que talvez possa mudar com a nova BNCC. Assim, existem trabalhos empenhados em modificar essa realidade, como o de Quirino Filho e Aguiar (2018), que procurou desenvolver um roteiro com uma metodologia alternativa que pudessem levar o estudo da evolução estelar para a educação básica, através de um jogo de RPG, por exemplo. Já Xavier, Sitko e Chagas (2020) apresentam como alternativa para divulgação e ensino da evolução estelar a produção de cartilhas como forma de auxiliar os professores e estudantes interessados na temática (SILVA, 2017; QUIRINO FILHO; AGUIAR, 2018; XAVIER, SITKO; CHAGAS, 2020).

Se focarmos o conteúdo da evolução estelar em entendimentos específicos de disciplinas de ciências do ensino fundamental e do médio, podemos destacar o estudo da termodinâmica, da ondulatória e da óptica como assuntos associados a Física que podem ser abordados. Com relação a Química, podemos destacar a composição química e sua relação com luminosidade e a massa das estrelas, dentro do processo de evolução. Já se associarmos a biologia, vemos a

importância desse tema para a compreensão da evolução da própria vida, como a complexa relação entre a energia solar, os elementos químicos formados ao longo da vida de uma estrela e a existência de matéria orgânica (SILVA, 2017; RODRIGUES, 2016; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014; WEINBERG, 2015).

2.7 O ENSINO DE EVOLUÇÃO ESTELAR DENTRO DA BNCC DO ENSINO FUNDAMENTAL ANOS FINAIS

Com a BNCC, foi sistematicamente aberto uma nova perspectiva para o ensino de Astronomia dentro do ensino de ciências no ensino fundamental dos anos finais, e com isso a temática da evolução estelar ganhou um novo espaço, pois com a devida autonomia, o professor pode desenvolver as habilidades propostas no documento através da perspectiva interdisciplinar indicada pela bibliografia de forma mais efetiva. Todas as unidades temáticas que correspondem a BNCC (Matéria e Energia – Vida e Evolução – Terra e Universo) e que abrangem os quatro anos do ensino fundamental anos finais, podem vir a ser abordadas através da perspectiva da evolução estelar, permitindo assim a utilização de roteiros sobre esse tema durante qualquer momento dos quatro anos (BRASIL, 2018).

Abaixo encontra-se a seleção de alguns assuntos que poderiam ser abordados tendo em mente a BNCC, suas habilidades e a temática da evolução estelar:

Tabela 1 - Assuntos e habilidades que podem ser abordadas a temática da evolução estelar.

ANO	UNIDADE TEMÁTICA	CONTEÚDO	HABILIDADE
6º	Matéria e energia	Transformações Químicas.	(EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).
7º	Matéria e energia	Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra.	(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra,

			para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.
8º	Matéria e energia	Fontes e tipos de energia; Transformação de energia.	(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.
8º	Terra e Universo	Sistema Sol, Terra e Lua;	(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.
9º	Matéria e Energia	Aspectos quantitativos das transformações químicas; Estrutura da matéria.	(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica; (EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica; (EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciam que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina; (EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.
9º	Terra e Universo	Composição,	(EF09CI14) Descrever a composição e a

		estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; Ordem de grandeza astronômica; Evolução estelar.	estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões); (EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.
--	--	--	--

Fonte: (BRASIL, 2018).

Ainda sobre a evolução estelar é importante ressaltar que no 9º ano do ensino fundamental a temática é explicitada dentro da habilidade (EF09CI17), como pode-se ver na tabela acima. Dentro dessa perspectiva, os roteiros, os projetos e as atividades sobre a evolução estelar no ensino fundamental podem ser desenvolvidos de forma gradativa ao longo dos anos, sempre relacionando esse tema com os assuntos de forma interdisciplinar, e por fim culminando na habilidade específica do 9º ano. Isso permite que o caráter interdisciplinar da Astronomia dentro da temática supracitada seja realmente exercitado, e ainda dá uma liberdade para o desenvolvimento de produtos e roteiros, pelos mais diversos profissionais das ciências, sejam Biólogos, Físicos, Químicos e até matemáticos, que vierem ministrar aulas sobre o tema (BRASIL, 2018).

2.8 A ORIGEM DA ASTRONOMIA QUANTO CIÊNCIA EXATA

Como já dito, o caráter prático e observacional proporcionado pela observação da periodicidade dos ciclos celestes despertou no homem antigo uma centelha; a de que havia uma recorrência dos fenômenos celestes, e uma associação com determinados fenômenos terrestres, como por exemplo, o observado pelos egípcios três mil anos antes de Cristo, que a cheia do grande Rio Nilo coincidia com o dia do ano em que a estrela Sírius se tornava visível logo antes

do amanhecer; outro exemplo é o uso espacial dos astros como forma de localização, os fenícios usavam a Ursa Menor como forma de localizar o Norte pela atribuição de Tales de Mileto, já os gregos a Ursa Maior por ocorrência de um mito envolvendo Zeus e Ulisses. Entretanto, só determinar essas recorrências não tornava a astronomia uma ciência, longe disso, essas recorrências podiam ser facilmente atribuídas a divindades, ou mitos. Contudo, o uso dessas recorrências no tempo, no caso para determinar a cheia, e no espaço, para localizar o ponto cardeal norte, permitiu a construção de um pensamento métrico, mensurável e passível de catalogação, algo que foge muito da noção astrológica (WEINBERG, 2015).

A astronomia como ciência exata começou a se desenvolver com a criação do calendário, que só foi possível graças ao desenvolvimento de um instrumento de medição temporal e angular, associado ao movimento aparente do sol, chamado gnômon, e que teria sido criado pelos Babilônios, ou, por Anaximandro. Ele consistia basicamente de uma haste vertical, calibrada com o solo, e que com o passar das horas, e dos dias, forma uma sombra, cujo tamanho depende da hora que ela foi medida, e da época do ano. Através da criação desse instrumento foi possível fazer associações entre ele e as direções espaciais, tendo como auxílio um outro instrumento já conhecido, a bússola, tornado assim mais fácil determinar as direções e sua relação com a variação angular aparente dos astros e do sol ao longo do tempo (WEINBERG, 2015; OLIVEIRA FILHO & SARAIVA, 2004).

Quando se observava a direção repetitiva da sombra ao passar dos dias, era possível fazer uma descrição temporal com o instrumento, surgindo assim a noção de ano e de calendário, os quais, baseavam-se em eventos periódicos como os solstícios e equinócios, associados com a observação da lua, das estrelas ditas fixas, e dos demais fenômenos passivos de catalogação. Assim sendo, o gnômon tornou-se uma tecnologia que permitiu o desenvolvimento de uma metodologia científica, ou seja, experimental e descritível do papel dos fenômenos celestes, tornando-se o responsável pelo surgimento da Astronomia como Ciência (LUIZ & TSUCHIDA, 2009).

Apesar de isso ter ocorrido no início da formação da epistemologia humana, e mesmo que a revolução científica e as novas tecnologias tenham nos dado formas “sofisticadas” de interpretar o universo e descrever os fenômenos associados a ele, essas percepções empíricas ainda estão presentes na dinâmica da maioria das comunidades rurais hoje em dia. Isso ocorre por uma série de fatores, dentre eles a forma como veem os fenômenos naturais, a construção hereditária de um conhecimento popular enraizado, o significado próprio que essas pessoas dão

aos astros devido a esse conhecimento hereditário e popular, além da baixa escolaridade.

2.9 DINÂMICA DAS COMUNIDADES RURAIS NA INTERPRETAÇÃO DOS FENÔMENOS NATURAIS

A estruturação do conhecimento das comunidades rurais está interligada diretamente com o desenvolvimento de crenças, mitos e saberes que fazem parte da cultura daquela determinada região. Baseia-se na construção de sentidos e ações que são idealizadas socialmente no dia-a-dia. Como exemplifica De Paula (2008) a cultura dessas regiões é vista de forma a beneficiar os valores e as tradições, mesmo que essas estejam carregadas de senso comum e falácias.

Se entendermos que a cultura dessas comunidades são meios diversos e peculiares de expressar a vivência humana e a ela dar um sentido, podemos entender que a cada modo de expressão tem-se uma forma de cultura distinta, que faz parte do universo onde eles vivem. Esse tipo de interpretação de mundo elaborado por essas comunidades, muitas vezes não são compatíveis com o que é dito pelo senso científico, mas isso não significa que essa visão popular está equivocada. Para De Paula (2008) não existe distinção entre as culturas:

[...] na dinâmica da vida social, contudo, elas se interpenetram e se reelaboram e, por isto, é sempre um risco precisar limites entre o que é popular e o que é científico. Normalmente, em meios urbanos, entre pessoas de reconhecimento labor intelectual, ou seja, entre representantes da chamada cultura letrada erudita, não raro encontrar crenças, expressões das relações de trabalho etc. do que se chama cultura popular. Há, então, entremeados à cultura erudita, princípios e formas de lidar com o mundo que são marcadamente encontradas em culturas populares. (DE PAULA, 2008, p.261).

A visão de espaço e tempo que as comunidades rurais têm são provenientes de necessidades financeiras da sua própria rotina, como cita Lobão (2019), a economia rural brasileira tem suas atividades diretamente ligadas ao setor primário. Considerando as relações socioeconômicas das comunidades rurais, podemos compreender melhor como funciona a dinâmica da interpretação dos fenômenos naturais que estão relacionados à roçagem, plantio, colheita, a previsão do clima e até atividades relacionadas ao cuidado pessoal, como cortar o

cabelo.

Em geral, as comunidades rurais utilizam da observação de certos sinais que revelam algo sobre o clima do ano, a hora do plantio e a “melhor Lua” para dar à luz. Folhes e Donald (2007) revelam que os povos dessas regiões interpretam fenômenos da natureza e os relacionam com previsões empíricas, fazendo com que os “conhecedores”, geralmente pessoas mais velhas, eles entendem esses sinais de forma mais clara e possam assim fazer suas “experiências”. A posição das constelações, o ciclo da lua, o movimento dos astros, a forma das nuvens e o comportamento das marés constituem um conjunto dessas observações feitas por eles.

A questão a ser respondida é: por que a necessidade dos sertanejos de explicar tais fenômenos e relacioná-los com sua vivência diária? Em um cenário de grande hostilidade social e pobreza, em que a capacidade de resistência do homem do campo é colocada à prova cotidianamente, “[...] saber interpretar os fenômenos da natureza afigura-se como uma forma simbólica de deter algum controle e precaução em um universo marcado pela imprevisibilidade” (SILVA; ANDRADE; SOUZA, 2013, p.88). Essa dinâmica entre conhecimento popular e vivência é intrínseca às comunidades interioranas, e foi passada de geração em geração, a verificação desse conhecimento é puramente prática e repetitiva ao longo das suas vidas. E mesmo com a “chegada da modernidade” a essas regiões, essa marca histórico-cultural dificilmente será apagada, pois mesmo sem uma explicação científica definida, todos esses métodos populares são verificados de forma prática por essas comunidades cotidianamente (FOLHES; DONALD, 2007, p.29).

2.10 CONHECIMENTO POPULAR: DESENVOLVIMENTO CULTURAL, MITOS E CRENÇAS

A cultura popular tem como principal poderio o “imaginário”, onde ocorre a elaboração e disseminação da interpretação popular, onde surgem, crenças, lendas, contos, superstições e outras maneiras de manifestar essa cultura popular para a sociedade. Lendas e crendices são saberes que enriquecem e caracterizam uma cultura. Este tipo de conhecimento está ligado diretamente à herança familiar cultural, ou seja, este saber é repassado por cada indivíduo ao longo das gerações, propiciando o perpetuamento de informações que contribui para o seu desenvolvimento (SANTOS, SANTOS & SANTOS, 2016).

A humanidade busca instintivamente situações que ocorrem em seu meio com o

propósito de descobrir métodos que possam contribuir para seu desenvolvimento (SANTOS E SILVA, 2016). Segundo Marconi e Lakatos (2011) o conhecimento popular é flexível e se funde às necessidades e emoções do indivíduo, assim gerando uma dualidade na realidade, ou seja, a notoriedade do objeto pode ser afetada de certa forma pelos valores em que o sujeito está inserido. Os autores ainda afirmam que este conhecimento é falível e inexato pois se adapta com a necessidade dos cidadãos. No entanto, para Pinto, Amorozo & Furlan (2006) é inerente à formação da cultura para cada indivíduo, povo, tribo e língua, uma ligação entre o conhecimento popular e a construção das inter-relações entre os sujeitos que compõem cada comunidade, notando-se isto desde a antiguidade, pela necessidade de novos mecanismos de auxílio, sendo estes, criados pela observação e construção de um conhecimento levado de geração em geração, ou seja, “que alguém disse”.

Podemos ter como exemplo o conhecimento das populações que vivem em localidades inseridas em florestas tropicais, matas de cocais, sertão, ou até mesmo regiões de costa, onde os indivíduos destes ecossistemas convivem diretamente com uma realidade própria, e a partir dela, criam meios de explorar este ambiente como forma de sobrevivência e fonte de renda, e assim, desenvolvem um entendimento próprio e empírico do meio no qual estão inseridos (PINTO, AMOROZO & FURLAN, 2006).

Como vimos, o conhecimento popular e sua dinâmica nas comunidades pode estar se perdendo com o avanço da informação, das novas tecnologias agrárias e com a inserção da educação tradicional, que privilegia exemplos amplos, desconexos com o saber adquirido por essas comunidades, acarretando uma diminuição na produção e elaboração de objetos que estão relacionado a este conhecimento. Ou seja, a evolução econômica e social desordenada das comunidades contribui de certa forma para a descaracterização da identidade cultural das mesmas (MORAIS, MORAIS & SILVA, 2009).

3. EXECUÇÃO E RESULTADOS

3.1 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

A BNCC do ensino fundamental anos finais na habilidade (EF09CI17) especifica o conteúdo de evolução estelar como parte do componente curricular daquele ano. Apesar disso, e dos livros didáticos, é necessário, a partir da autonomia do professor, o desenvolvimento de atividades, experimentos e projetos que possam tornar melhor compreensível esse conteúdo, que é difícil de ser abstraído pelos estudantes dentro do chão da sala de aula. Para isso propõe-se os seguintes roteiros experimentais que se utilizem da observação a *olho nu*, com uso de *telescópios* e com o *software Stellarium*, como uma abordagem simples e ao mesmo tempo significativa, dentro de espaços rurais e afastados da luminosidade dos espaços urbanos, por isso a ênfase no ensino rural.

Foram desenvolvidos três roteiros didáticos voltados para a observação dos astros em comunidades rurais. Esses roteiros poderão ser aplicados em qualquer um dos quatro anos do ensino fundamental anos finais, mas cada um terá o foco específico no conteúdo de evolução estelar do 9º Ano e na habilidade (EF09CI17). Cada roteiro contará com:

Tabela 2: Divisão do Roteiro

INTRODUÇÃO	Para cada tipo de observação haverá uma introdução distinta, explicando como o roteiro foi desenvolvido, além de obter as informações sobre os astros, medições, dentre outras coisas que são necessárias para a observação;
OBJETIVOS	Nessa seção será dado o objetivo que os estudantes deverão alcançar com a aplicação do roteiro nas três modalidades;
METODOLOGIA DE APLICAÇÃO	Nessa seção do roteiro será demonstrado o passo a passo da aplicação do roteiro, definindo o papel do professor e do estudante na aplicação da metodologia;
RESULTADOS ESPERADOS	Orientações sobre qual fim a aplicação deve levar. Essa seção tem como finalidade nortear o professor se a prática teve real significado.
ATIVIDADE PROPOSTA	Atividade de fixação, para a melhor compreensão do conteúdo.

Para o desenvolvimento dos três roteiros foi necessário antes de tudo o desenvolvimento de uma transposição didática que utilizou da bibliografia sobre evolução estelar para elucidar o conteúdo estudado. Foi feito um levantamento sobre os conceitos básicos do conteúdo de evolução estelar, transcrito no início dos resultados desse trabalho. Para a realização desse trabalho o levantamento teve a finalidade de nortear o desenvolvimento do roteiro, além de contribuir para a leitura e eventuais aplicações dessa dissertação no chão da escola.

O professor que por ventura utilizar desse trabalho para alguma aula sua nos anos iniciais do ensino fundamental, poderá inclusive, utilizar essa transposição para ensinar o conteúdo de evolução estelar, aliado com o livro didático. A transposição didática utilizou de livros e artigos de nível superior que foram resumidos e resenhados como forma de melhor compreender o conteúdo específico de evolução estelar, e conteúdos associados como a utilização do Stellarium. A transposição será dividida em:

Tabela 3: Divisão da transposição didática que virá antes dos roteiros.

Evolução Estelar	Aqui estará os conteúdos transpostos da bibliografia sobre a evolução estelar e seus conceitos básicos
Telescópios	Aqui será transposto um resumo sobre esse instrumento óptico e seus tipos;
Stellarium	Aqui serão mostradas as funcionalidades do software e como utilizá-lo para observações.
Observação a olho nu	Aqui estará presente noções e comentários sobre como realizar uma boa observação a olho nu.

De forma concomitante ao desenvolvimento da transposição didática foram feitas observações com telescópios durante dois meses, um telescópio refletor e um refrator, todos de baixo custo, como forma de aperfeiçoar a forma de aplicação do método. A observação a olho nu também foi feita nesse período; observação com o Stellarium foi a última a ser concluída, pois é menos sensível às questões climáticas. Por fim, com as devidas observações, os roteiros foram produzidos.

As constelações, aglomerados e estrelas a serem estudadas pelos roteiros irão depender do período de observação, do estudo através do Stellarium e do que for estudado através do levantamento bibliográfico da transposição didática sobre evolução estelar. Ao final serão feitas as devidas conclusões sobre a viabilidade desse procedimento.

3.2 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

3.2.1 Principais elementos da Evolução Estelar: Nebulosas, Aglomerados e Galáxias

Galáxias

No céu noturno, longe da influência de luzes artificiais e na ausência da luminosidade lunar, podemos notar nitidamente uma faixa nebulosa atravessando o hemisfério celeste. Essa faixa meio esbranquiçada é chamada de *Via Láctea*, denominação dada pelos gregos antigos, que a viam como um "caminho de leite" no céu. A *Via Láctea* é um aglomerado de estrelas, gás e poeira, situada em um superaglomerado, e compartilha espaço com cerca de 100 mil outras galáxias. Os primeiros registros de observação e catalogação das galáxias remontam ao período da renascença com Galileu Galilei (1564-1642), mas foi no início do século XX que milhares de objetos celestes já tinham sido catalogados e estavam a disposição dos astrônomos para estudos mais aprofundados (OLIVEIRA; SARAIVA, 2004).

Galáxias e nebulosas passaram a ser estudadas, e para melhor caracterização desses objetos era preciso determinar sua distância à terra para que fosse possível saber sua localização e luminosidade de forma mais precisa. No final do século XIX, cientistas conseguiram, através da observação de estrelas de brilho variável, um método para medir essa distância. Essas estrelas chamadas cefeidas, estabelecem uma relação entre o tempo, o período de variação de seu brilho e sua luminosidade intrínseca, sendo assim possível medir a distância dentro e fora na nossa galáxia (VIEGAS, 2007).

O astrônomo norte-americano, Harlow Shapley (1885-1972), utilizou desse método de obtenção da distância para estudar a Via Láctea, o que o levou a deduzir o tamanho aproximado da nossa galáxia, e a descobrir que o Sol não está no seu centro e sim na periferia. Hubble (1889 – 1953) também utilizou desse mesmo método para medir a distância entre a nebulosa de Andrômeda¹ e outras nebulosas onde eram detectadas estrelas cefeidas, ele pôde verificar que a distância medida de Andrômeda em relação ao referencial da Terra era muito maior que o tamanho da Via Láctea e portanto, deduziu que ela estaria fora da Via láctea e que poderiam existir outras galáxias.

¹É uma Galáxia espiral a cerca de 2,54 milhões de anos-luz de distância da Terra, ou seja, a mais próxima.

A partir dessas constatações e dos dados coletados durante essas observações, foi criado em meados do século XVIII, o catálogo Messier. O criador deste catálogo foi o francês Charles Messier, que inicialmente trabalhava com observações de cometas e mudou de objetivo porque naquela época era muito comum as pessoas confundi-los com outros objetos desconhecidos. Seu trabalho relaciona-se com a busca de um referencial de objetos da Astronomia, os "objetos Messier", são alguns astros do céu com características marcantes, galáxias, nebulosase aglomerados.

Além da classificação Messier, as galáxias podem ser classificadas pelo seu formato no espaço e sua magnitude absoluta². A tabela 4 é um apanhado das galáxias visíveis da Terra.

Tabela 4: Características das Galáxias visíveis.

Galáxias	Número Messier	Formato	Magnitude	Constelação de Referência
Via Láctea	-	Espiral	-20,6	Grupo local
Gran. Nuvem de Magalhães	-	Irregular	-17,36	Dorado e Mensa
Peq. Nuvem de Magalhães	-	Irregular	-17,11	Tucano
Andrômeda	M31	Espiral	-20	Andrômeda
Triângulo	M33	Espiral	-19,38	Triângulo
Galaxia do Olho Negro	M64	Espiral	9,33	Cabeleira de Berenice
Galaxia do Rodamoinho	M51	Espiral	8,4	<i>Canes Venatici</i>
Galaxia do Charuto	M82	Espiral	10,3	Ursa maior

Fonte: Levantamento feito baseados coletados do aplicativo stellarium.

O chamado "grupo local" é um agrupamento de galáxias, que inclui a *Via Láctea*, Andrômeda e várias galáxias anãs, que orbitam o centro gravitacional das duas galáxias "massivas" do superaglomerado de Virgem, completam o grupo a galáxia espiral não barrada do Triângulo³ (Fig.7) e as nuvem de Magalhães.

²É uma escala que mede a luminosidade de um objeto (ou luz refletida para objetos não-luminosos).

³A galáxia do Triângulo é uma galáxia espiral localizada a cerca de três milhões de anos-luz na direção da constelação do Triângulo.

Figura 7. Galáxia do Triângulo.⁴



Nebulosas

Espalhadas pelo céu existem vários objetos com aspecto de uma mancha difusa geralmente fracos demais para serem vistos a olho nu, que os precursores da astronomia moderna achavam ser apenas nuvens distantes dentro da esfera celeste, sendo que com seus conhecimentos rudimentares chamaram aquelas nuvens de nebulosas, sendo que a palavra "nebulosa" vem de *nebula* (do latim: "nuvem"; pl. *nebulae*). Na era anterior à utilização do telescópio, muito se confundia os objetos luminosos no céu com planetas e até mesmo estrelas solitárias. Um dos mais clássicos exemplos foi a citação de Cláudio Ptolomeu (c.100-178), nos seus livros do *Almagesto*, no qual citou cinco estrelas que ele chamou de nebulosas, além de uma *luminosa* - esta última, conhecida como Cabeleira de Berenice, localizada entre as constelações da Ursa Maior e do Leão (SILVA et al., , p.2).

A utilização do telescópio pelos cientistas, como Galileu Galilei, ajudou a revelar o verdadeiro significado por trás desses objetos do céu. Em 1654, o astrônomo italiano Giovanni Batista Hodierna (1597-1660) foi responsável pela compilação do primeiro catálogo dedicado exclusivamente às nebulosas. Hodierna relaciona cerca de 40 nebulosas, divididas em três categorias: as luminosas, as nebulosas e as ocultas. Após a lista de Hodierna, Edmund Halley (1656-1742), em suas expedições pelas ilhas de Santa Helena catalogou inúmeros aglomerados, dentre eles o aglomerado globular *Omega Centauri* e o Aglomerado de Hércules, hoje

⁴ Fonte: <https://www.eso.org/public/brazil/news/eso1424/>, Acessado em: 25 de julho de 2021.

conhecido como M13, cf.(MESSIER, 1781). Assim como Halley, Charles Messier, também construiu um catálogo com cerca de 103 objetos dentre os quais 44 eram nebulosas (FROMMERT, H.; KRONBERG, C., ;SILVA et al.,).

Após as descobertas de Messier, e William Herschel astrônomo e compositor alemão naturalizado inglês (que descobriu o movimento intrínseco do Sol), a quantidade de nebulosas catalogadas cresceu exponencialmente, essas nebulosas foram sumarizadas no Catálogo Geral de Nebulosas e Aglomerados Estelares (NGC), com 7.840 objetos catalogados. Atualmente a classificação das nebulosas é bem determinada: as nebulosas obscuras, brilhantes, de reflexão¹⁰, as nebulosas planetárias¹¹ e as supernovas remanescentes.

As nebulosas brilhantes ou de emissão são nuvens de gás ionizado em altas temperaturas, emitindo luz de várias cores oriundo de estrelas próximas e emitem radiação quando caem para estados de energia mais baixos. A cor da nebulosa depende da sua composição química e quantidade de ionização. Devido à alta prevalência de hidrogênio no gás interestelar, e à sua relativamente baixa energia necessária, muitas nebulosas de emissão são vermelhas, inclusive a nebulosa da Tarântula⁵ (ver Fig.8), grande berçário estelar localizado nas nuvens de Magalhães.

Figura 8: Nebulosa da Tarântula.⁶



Esse tipo de nebulosa não é quente o suficiente para provocar a ionização do gás que a envolve como as nebulosas de emissão, mas são brilhantes o suficiente para tornar o gás

⁵conhecida como NGC 207.

⁶ Fonte: <https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1817b/>, acessado em: 21 de Setembro de 2021.

visível. São regularmente azuis e muitas vezes esse tipo de nebulosa pode ser observada junto com as nebulosas de emissão. Atualmente, já foram catalogadas cerca de 500 nebulosas de reflexão, umas das mais conhecidas é a que rodeia as estrelas das Plêiades e a nebulosa de Órion vista no sul do cinturão de Órion.

As nebulosas escuras são grandes nuvens que aparecem em regiões pobres em estrelas, a poeira que impede quase completamente a passagem de luz através dela, e são identificadas pelo contraste com o céu ao seu redor. A forma destas nuvens escuras é muito irregular, não têm limites claramente definidos e por sua vez tomam formas alongadas com serpentes, como a nebulosa Cabeça de Cavalo (ver Fig.9)

Figura 9. Nebulosa da Cabeça do Cavalo.⁷



Uma nebulosa planetária é um objeto astronômico que consiste numa espécie de concha brilhante de gás formada por certos tipos de estrelas no fim das suas vidas. Elas recebem esse nome devido uma suposta semelhança com os planetas quando observadas por lentes de um telescópio. As nebulosas planetárias são objetos importantes para a Astronomia por que desempenham papel crucial na evolução química de uma galáxia, e mesmo não sendo visível

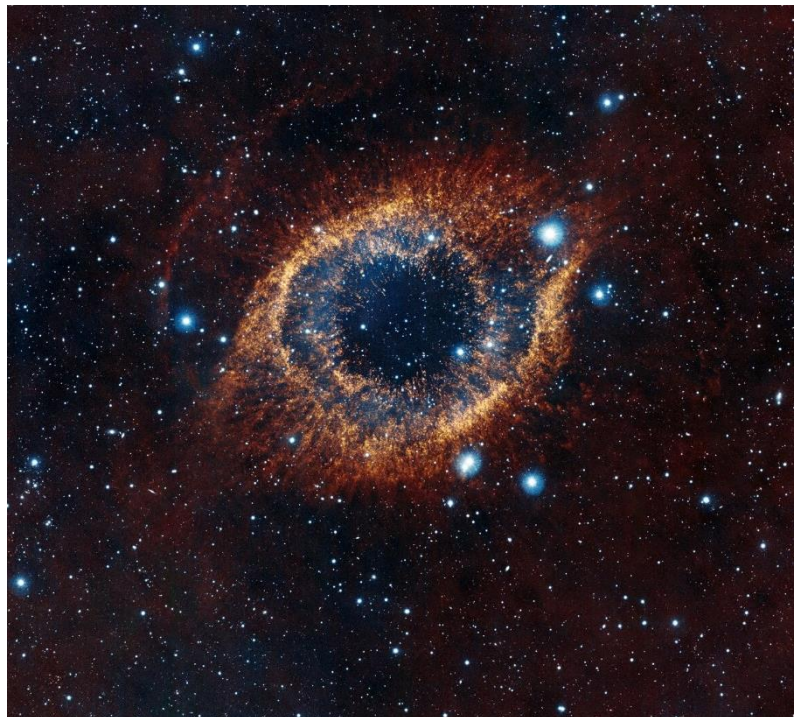
⁷ Fonte: <https://www.nasa.gov/multimedia/imagen/>, acessado em: 25 de Julho de 2021.

a olho nu, são objetos tênues e responsáveis por formas estranhas no espaço interestelar. As nebulosas planetárias são o estágio final da vida de uma estrela média, como nosso Sol, uma das mais belas nebulosas planetárias já vista por telescópio é a NGC 6543 ou nebulosa Hélix Olho de Deus (ver Fig.10), essa nebulosa surgiu de uma estrela do tipo média e é uma das mais próximas da Terra.

Aglomerados Estelares

Como o próprio nome já deixa explícito, um aglomerado estelar é um agrupamento de estrelas que interagem gravitacionalmente entre si. As estrelas de um aglomerado são originadas de uma mesma nuvem de gás, e portanto, tem a mesma idade e composição química. Aglomerados estelares são muito importantes no estudo da evolução estelar e galáctica, pois, pelo fato de serem formados por estrelas da mesma composição química e terem a mesma idade, nos permite ver objetos em estados de decomposição diferentes mas que foram formados a partir da mesma condição inicial (WUENSCHÉ, 2003; OLIVEIRA; SARAIVA, 2004).

Figura 10. Nebulosa Hélix.⁸

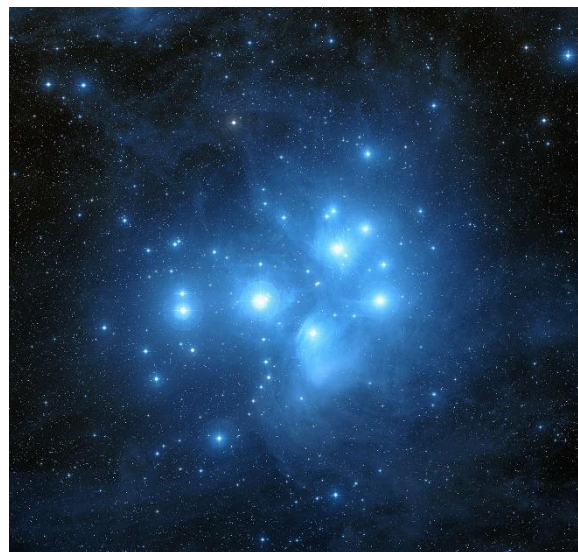


⁸ Fonte: <https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1205a/>, Acessado em: 25 de Julho de 2021.

Existem dois tipos básicos de aglomerados estelares na nossa galáxia: os abertos e os globulares. Os aglomerados abertos têm algumas centenas de estrelas no máximo e geralmente encontram-se apenas nas galáxias espirais e irregulares, onde ainda decorre formação estelar. Os mais famosos aglomerados abertos, tal como as Plêiades (Messier 45 é facilmente localizado na constelações de touro pelo seu formato composto por sete estrelasde brilho azul, Ver Fig.11) e a caixa de joias (NGC 4755 está localizada a 6445 anos-luz da Terra na constelação do Cruzeiro do Sul), são conhecidos e reconhecidos como grupos de estrelas desde a Antiguidade. Outros eram observados apenas como manchas de luz, e foi só a partir da invenção do telescópio que se conseguiu observá-los em estrelas individuais.

Os aglomerados globulares têm dezenas ou centenas de milhares de estrelas, forma esférica, têm idades da ordem de 10 bilhões de anos, e ocupam o halo galáctico. No interior dos aglomerados, as estrelas interagem gravitacionalmente, constantemente perturbando a órbita umas das outras. No centro de alguns globulares, a densidade estelar é tão alta que algumasestrelas chegam a colidir ou mesmo a se fundir, formando estrelas maiores. Os aglomerados de estrelas nascem nas galáxias, em regiões densas em gás e poeira, no interior das nuvens moleculares do meio interestelar. É desse gás e poeira que formam suas estrelas, o material da região se fragmenta provocando um colapso gravitacional.

Figura 11. Plêiades/M45.⁹



⁹ Fonte: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/messier-45-the-pliades>, Acessado em: 25 de Julho de 2021.

Alguns parâmetros são essenciais na identificação de um aglomerado, tais como a riqueza do número de estrelas, o brilho aparente de suas estrelas mais intensas, a quantidade de poeira em sua direção e seu tamanho angular. Na identificação de aglomerados imersos em poeira, onde grande parte das estrelas não são visíveis por meio de instrumentos ópticos é necessário a busca por meio da utilização do infravermelho. O primeiro aglomerado imerso identificado em nuvem molecular foi desvendado através de observações no infravermelho da nuvem escura de *Ophiuchus* realizada a aproximadamente há 30 anos (GRASDALEN; STROM; STROM, 1973 apud SOARES, 2005).

3.2.2 Evolução Estelar: Conceitos e definições

A evolução estelar consiste em compreender as variações de luminosidade e de temperatura superficial ao longo da vida de uma estrela. Os fatores que definem essa evolução são basicamente a massa e a composição química, essa última em segundo plano. Assim, o processo de análise a partir da formação mais simples de uma estrela, evoluindo - *dentro da análise* - para a formação mais complexa, ou seja, uma verificação de sistemas múltiplos, tendo como base o modelo inicial (MACIEL, 1999).

No processo de evolução estelar, as estrelas são geradas a partir da instabilidade gravitacional que leva a uma contração da nuvem de gás, provocando assim o aquecimento e aumento da densidade das regiões centrais, que desse modo atingem os parâmetros necessários para a ignição das reações nucleares responsáveis pela formação das estrelas, um exemplo dessas nuvens são as nebulosas planetárias como a nebulosa de Órion, citada no tópico anterior (MACIEL, 1999).

Essa nuvem colapsa, gerando fragmentos instáveis que colapsam mais rapidamente que o resto da nuvem original, se movendo em direção ao centro das perturbações pela ação gravitacional. Essa fragmentação só termina quando a massa do fragmento é da ordem da massa de uma estrela, formando assim uma protoestrela. Para ocorrer esse processo, é necessário a ocorrência de instabilidades que levam à contração gravitacional, proveniente das perturbações que possuem o comprimento de onda segundo o comprimento de *Jeans*,

$$\lambda \cong \left(\frac{\pi}{G\rho}\right)^{1/2} v_s \quad (1)$$

Que é dado pela equação (1), sendo que G é a constante gravitacional, ρ é a densidade e V_s é a velocidade isotérmica do som no meio. A ocorrência dessas perturbações geradas é atrelada a massa de Jeans M_j , que depende da temperatura T do gás em Kelvin (K), da densidade ρ , do peso molecular médio μ , e da $M_{\odot}$ (massa do Sol), assim sendo:

$$M_j = 1,4 \times 10^{-10} \frac{T^{3/2}}{\rho^{1/2} \mu^{3/2}} M_{\odot} \quad (2)$$

Após esse processo, surge assim uma **protoestrela**, formação decorrente do equilíbrio hidrostático do núcleo central da estrela, entretanto com as camadas externas ainda em queda livre em direção ao centro, mas que ainda não são capazes de gerar a ignição nuclear. Para uma estrela de $1 \times M_{\odot}$, o colapso dura cerca de 1 milhão de anos. As reações nucleares começam, mas a luminosidade é ainda determinada pela contração. Assim, a protoestrela torna-se completamente convectiva, chegando ao limite de Hayashi¹⁰, tornando-se uma estrela visível, a maior parte em equilíbrio hidrostático, mas ainda se contraindo, fora de equilíbrio térmico; sendo que nessa etapa da evolução estelar, devido a temperatura superficial ser de aproximadamente 3000 K, a energia emitida é perceptível na banda do infravermelho (MACIEL, 1999; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

Após a formação da protoestrela, o processo de evolução estelar segue, no caso de uma estrela tipo solar, as características dispostas na tabela 5.

¹⁰ O limite de Hayashi é uma restrição ao raio máximo de uma estrela conforme determinada massa.

Tabela 5 - Evolução de uma pré-estrela do tipo solar

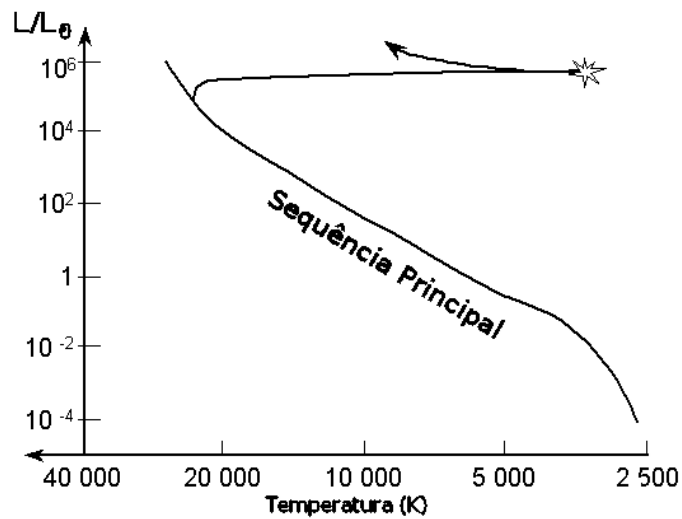
Estágio	Tempo aproximado até o próximo estágio (anos)	T _{central} (K)	T _{superficial} (K)	Densidade central (partículas/m ³)	Diâmetro ¹¹ (km)	Tipo de objeto
1	2×10^6	10	10	10^9	10^{14}	Nuvem interestelar
2	3×10^4	100	10	10^{12}	10^{12}	Nuvem
3	10^5	10,000	100	10^{18}	10^{10}	Nuvem/Proto-estrela
4	10^6	1,000,000	3000	10^{24}	10^8	Proto-estrela
5	10^7	5 000 000	4000	10^{28}	10^7	Proto-estrela
6	3×10^7	10,000,000	4500	10^{31}	2×10^6	Estrela
7	10^{10}	15 000 000	6000	10^{32}	$1,5 \times 10^6$	Estrela na sequência principal

Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

Na *anterior a sequência principal* (definição que será vista no próximo parágrafo), a depender da massa, a protoestrela alcança temperaturas suficientemente altas, ao ponto de dar início a ignição do hidrogênio (H), desse modo, iniciando propriamente a vida dessa estrela. O limite para a execução desse processo é o múltiplo da massa solar, pois se a massa da protoestrela não for de $M \leq 0,8 \times M_{\odot}$ a ignição não ocorre, e a estrela torna-se uma anã marrom de difícil detecção. Um exemplo dessas estrelas de massa baixa, são as *T Tauri*, sendo que as flutuações desses objetos ocorrem no ultravioleta e no raios-X (MACIEL, 1999; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

Desse modo, a *sequência principal* é a característica banda diagonal perceptível no gráfico e que o corta, da esquerda superior até a direita inferior. Em astronomia, a sequência principal é uma faixa de estrelas no diagrama de Hertzsprung-Russell (HR), um gráfico que relaciona luminosidade e temperatura superficial das estrelas (MACIEL, 1999; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

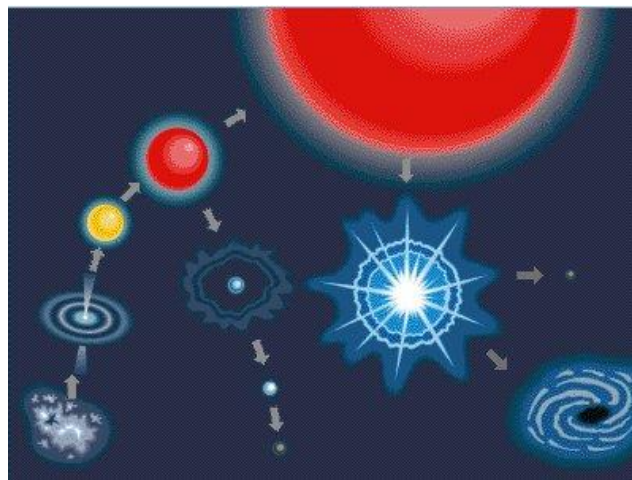
¹¹ diâmetro do Sol= $1,4 \times 10^6$ km, sistema solar= $1,5 \times 10^{10}$ km.

Figura 12. Gráfico HR.

Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021) adaptado.

A escala de tempo que uma estrela já formada permanece na sequência principal depende da razão entre a massa e sua luminosidade. Desse modo as estrelas de baixa massa tendem a se localizar nas camadas externas do gráfico, enquanto que as estrelas massivas apresentam-se de forma contrária. Assim, as estrelas mais massivas consomem mais hidrogênio em seu núcleo mais rapidamente que as pouco massivas, permanecendo menos tempo na sequência principal (MACIEL, 1999; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

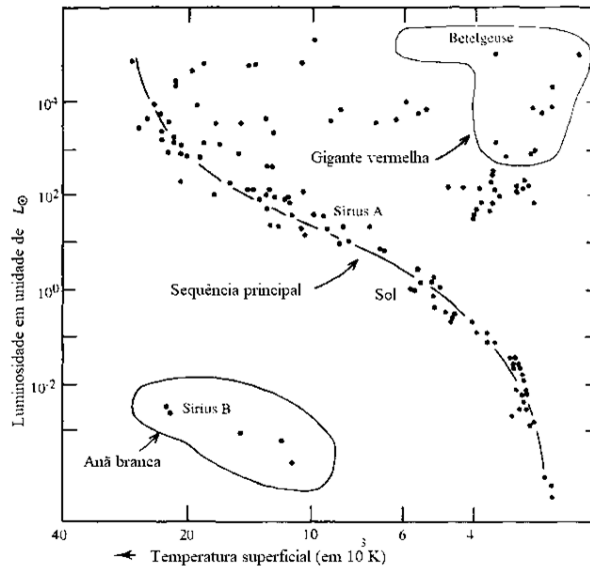
Figura 13. Ilustração didática do processo de evolução estelar, de uma protoestrela para uma gigante vermelha, supergigante vermelha, estrelas de nêutrons ou buraco negro.



Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

No caso de estrelas massivas, elas tendem a evoluir para o que chamamos de gigante vermelha ou as supergigante vermelha, sendo que essas em um estágio posterior podem virar estrelas de nêutrons ou buracos negros. Já as estrelas com pouca massa podem tornar-se, dependendo também de sua massa, anãs brancas.

Figura 14. Gráfico HR demonstrando a curva da sequência principal e o estágio das estrelas.

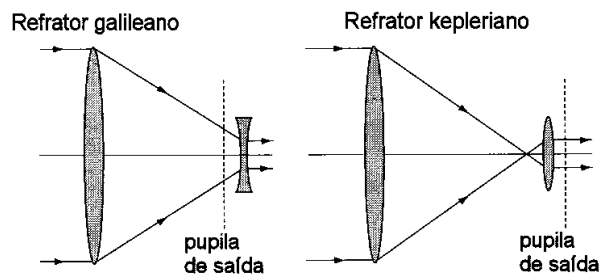


Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

3.2.3 Telescópios: Definições Básicas

O telescópio **refrator** pode ser composto de uma lente convexa, uma objetiva (que sendo mais fina nas bordas do que no centro deflete mais a luz das bordas do que do centro, assim trazendo os raios paralelos a um foco), e uma lente côncava, a ocular, que magnifica a imagem, sendo este o refrator de Galileu, que pode também ser composta por duas lentes convexas, como se usa atualmente, o chamado refrator de Kepler, que produz um campo maior e uma maior magnificação do que uma lente côncava, mas que torna a imagem invertida (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

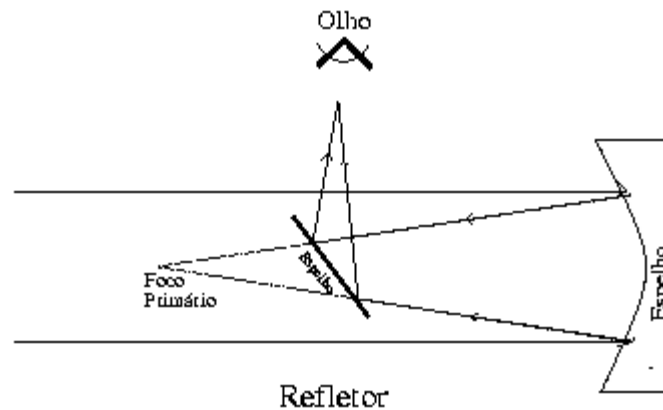
Figura 15. Propagação da luz em um telescópio refrator, dos dois tipos.



Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

Um telescópio **refletor** é um telescópio óptico que usa uma combinação de espelhos curvos e planos para refletir a luz e formar uma imagem. Utilizando-se de dois espelhos, em que o espelho primário focaliza a luz em um ponto comum em frente à sua própria superfície refletora, o espelho secundário é projetado em uma posição próxima a esse ponto focal, obstruindo, de forma parcial, a luz de alcançar o espelho primário.

Figura 16. Propagação da luz em um telescópio refletor.



Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

3.2.4 O que é o Stellarium

O aplicativo Stellarium é um planetário de código aberto para o seu computador, celular e versão online que mostra um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio, e que facilita a observação astronômica em situações adversas. O Stellarium pode ser utilizado no estudo básico da evolução estelar através dos fatores citados no subtópico 3.2.2, através da avaliação dos marcadores de magnitude, do catálogo padrão de mais de 600.000 estrelas, dos catálogos extras com mais de 177 milhões de estrelas, o catálogo padrão com cerca de 80,000 objetos do espaço profundo, o catálogo extra com mais de 1 milhão de objetos do espaço profundo, asterismos e ilustrações das constelações, imagens de nebulosas, o que facilita o estudo objetivado, catálogo Messier completo e Via Láctea realista.

O aplicativo pode ser utilizado através da localização dos objetos citados no início da transposição, os demonstrando dentro da esfera celeste e verificando com os estudantes suas características, determinando assim a idade e o grau de evolução daquele objeto estelar. O uso dessa ferramenta seria voltado para o ambiente de sala de aula, onde não há a possibilidade de observações do céu noturno.

Figura 16. Gravura da interface do Stellarium Web com a Messier 31, a Nebulosa de Andrômeda, uma galáxia espiral.



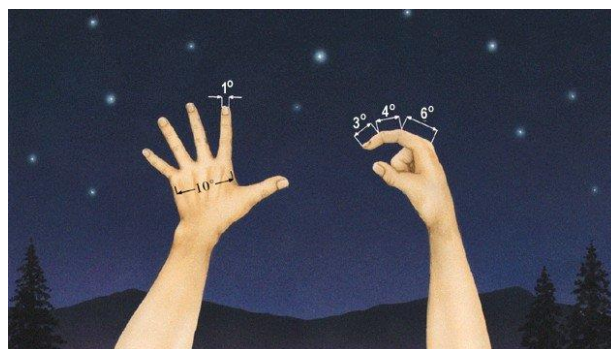
Fonte: stellarium-web.org, acessado em 23 de janeiro de 2022.

3.2.5 Observação a olho nu

Para uma boa observação a olho nu, é necessário antes de tudo uma verificação prévia das condições climáticas - isso vale na verdade para qualquer observação de campo - que pode ser efetuada através de qualquer serviço meteorológico, ou apenas pela simples observação do céu. Após a verificação desses fatores é necessário a escolha de um local onde o campo de visão seja adequado para as observações, ou seja, com o menor índice de poluição luminosa, obstáculos visuais e poluição do ar.

Para essas medições basta que se utilize algumas convenções, estas conhecidas desde a antiguidade como as que um grau tem 60 minutos de arco e um minuto de arco tem 60 segundos de arco, logo $1^\circ = 60' = 3600''$. Como 1 hora tem 60 minutos de tempo e 1 minuto de tempo tem 60 segundos de tempo, $1 \text{ h} = 60 \text{ m} = 3600 \text{ s}$, como a rotação da Terra em torno de seu próprio eixo percorre 360° em 24 horas. Essas medições podem ser feitas de acordo com a figura 17.

Figura 17. Figura que esquematiza as medições angulares, de forma aproximada utilizando as mãos.



Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2021).

3.3. SUGESTÕES DE ROTEIROS

As três sugestões de roteiro a seguir tomaram como base o levantamento das transposições didáticas feitas, e foram desenvolvidos para o contexto de uma comunidade rural, justamente pelas condições serem favoráveis a observação, e por abranger os objetivos dessa dissertação. Os roteiros são sugestões de observações astronômicas simples para o estudo da evolução estelar, e contemplam como forma de exemplificação gravuras tiradas em uma comunidade rural do município de Luís Correia – PI, a comunidade do Quicé.

ROTEIRO 1: OBSERVAÇÃO A OLHO NU

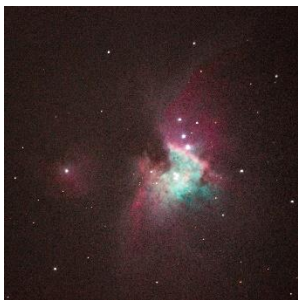
Tabela 6. Exemplo de roteiro de observação a olho nu.

INTRODUÇÃO	A observação a olho nu deve ser feita por intermédio de um estudo prévio seguindo o modelo utilizado na transposição didática, tendo em mente que os estudantes são de comunidades rurais e estudantes do ensino fundamental. Não se deve impregnar as aulas de estímulo de formulas e cálculos complexos, mas sim de conceitos simplificados. O céu noturno de uma comunidade rural é cheio de objetos que podem ser estudados, sendo que, até mesmo a lua e os planetas são partes da evolução estelar se for considerado sua composição química. <i>Via Láctea, vista a noite em Quicé.</i>  Foto feita sem ampliação, replicando a visão do céu noturno a olho nu.
OBJETIVO	O objetivo é mostrar de forma simples os aspectos cotidianos da evolução estelar.
METODOLOGIA DE APLICAÇÃO	Em uma região com baixa luminosidade, e com auxílio de uma carta celeste ou de um aplicativo de mapeamento do céu noturno (indica-se o stellarium) deve-se localizar a via láctea, as plêiades e as nuvens de Magalhães. Ao localizar esses objetos deve-se estimular os estudantes a fazerem medições angulares de acordo com a gravura da figura 17 contida

	na transposição didática. Após fazer essas medições, e com o estímulo da aula prévia baseada na transposição didática, deve-se indagar os estudantes a respeito do aspecto da formação das estrelas. Um bom exemplo para isso é a nebulosa de Órion que pode ser vista a olho nu em regiões rurais, ou a própria via láctea que é a morada de uma centena de nebulosas planetárias;
RESULTADOS ESPERADOS	Os alunos deverão ter uma noção espacial ampla e significativa da evolução estelar, vendo-a como algo do cotidiano, e perceptível em uma olhada simples para o céu noturno, obviamente a partir da aula estímulo baseada na transposição didática.
ATIVIDADE SUGERIDA	Dividindo a turma em grupos, produzir um diagrama do céu noturno baseado na cor, que segundo eles, percebem ser emitidas pelas estrelas. A finalidade dessa atividade não é uma descrição fiel dos aspectos fotométricos das estrelas, mas sim causar discussão a partir disso. Os grupos deverão realizar uma pesquisa prévia sobre espectrofotometria estelar;

ROTEIRO 2: OBSERVAÇÃO COM TELESCÓPIO

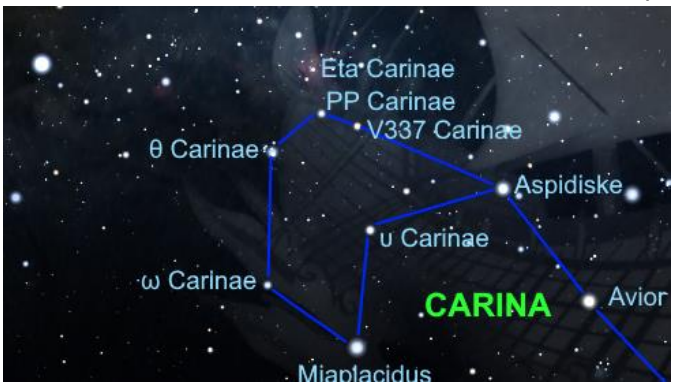
Tabela7: Exemplo de roteiro com o uso do telescópio.

INTRODUÇÃO	O telescópio é um instrumento óptico que exige um certo cuidado, por isso, deve-se fazer previamente a transposição didática ensinando teoricamente seu funcionamento, assim torna-se necessário para evitar transtornos. Nesse exemplo será estudado o berçário de estrela, a nebulosa de Órion, uma nebulosa planetária. <i>Nebulosa de Órion: Foto tirada com auxílio de um telescópio refletor em Quicé.</i> 
OBJETIVO	Mostrar que é possível verificar a existência de uma etapa da evolução estelar por meio de um telescópio.
METODOLOGIA DE APLICAÇÃO	Primeiramente haverá um treinamento breve, de como se deve manusear o telescópio, quais cuidados e como deve-se posicionar o olho na ocular.

	Posteriormente, será aplicado de forma oral uma breve revisão sobre o processo de formação de uma protoestrela e onde elas podem surgir. A nebulosa de Órion é indicada como bom exemplo, mas outros aglomerados também podem ser tidos como exemplo. Após essa explanação os estudantes devem ver na ocular a nebulosa.
RESULTADOS ESPERADOS	Espera-se que os estudantes possam a partir disso, ver que a utilização de instrumentos como o telescópio podem proporcionar um salto de conhecimento e entendimento científico, munido da análise da evolução estelar.
ATIVIDADE SUGERIDA	Deverá produzir maquetes, utilizando assim a criatividade, que mostrem a formação e o colapso de uma nebulosa para a formação de uma estrela.

ROTEIRO 3: OBSERVAÇÃO COM STELLARIUM

Tabela7: Exemplo de roteiro com o uso do simulador

INTRODUÇÃO	Com o aplicativo, pode-se estudar bem mais termos específicos da evolução estelar. Aqui pode-se estudar a magnitude para determinar qual grau de evolução tem a estrela. Outra maneira é, através da demonstração de η Carinae (Eta Carinae), uma supernova, o processo de evolução de uma estrela massiva, assim demonstrando o gráfico de HR e a sequência principal. <i>Interface do Stellarium na Constelação da Carina, onde está η Carinae .</i> 
OBJETIVO	Verificar os estágios de evolução estelar através da magnitude de alguma estrela ou pela análise do processo de evolução de η Carinae.
METODOLOGIA DE APLICAÇÃO	Com o celular, computador ou versão da Web, os estudantes deverão estar munidos do aplicativo em mãos. De preferência deve-se apresentar a análise das ferramentas do aplicativo em um projetor ou tela, isso para o

	melhor proveito dos alunos.
RESULTADOS ESPERADOS	Estimulação dos estudantes em utilizar o aplicativo como ferramenta para entender a evolução estelar e seus estágios.
ATIVIDADE SUGERIDA	Fazer uma pesquisa sobre estrelas de menor massa e seu processo de evolução, identificando essas estrelas no Stellarium.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução estelar é encarada como um assunto complicado e distante da realidade dos estudantes. A BNCC do ensino fundamental, entretanto, traz como necessário o desenvolvimento de abordagens que possam contemplar esse conteúdo, principalmente no 9^a Ano. Visto isso, é notório que através desse estudo foi plenamente possível o desenvolvimento de uma abordagem metodológica simples que contemple os estudantes sem causar grandes confusões.

Para que essa abordagem fosse desenvolvida assim, antes de tudo foi necessário o desenvolvimento de um levantamento prévio que mostrou os caminhos para o desenvolvimento dos roteiros e conceitos utilizados nessa abordagem. Procurou-se antes de tudo um desenvolvimento metodológico simples, mas não simplório, que norteasse o professor e que não afastasse os alunos. Por isso os roteiros procuraram manter a simplicidade sintática, as associações a transposição didática e o estímulo a atividade de pesquisa e em grupo, como forma de desenvolver a alfabetização científica na mente dos estudantes.

Por fim, ficou claro que sem a transposição didática (que pode ser utilizada para a produção da aula estímulo, prévia a aplicação dos roteiros) não seria possível o pleno entendimento da proposta dessa dissertação. Devido o texto ser voltado para a aplicação no ensino fundamental, procurou-se evitar o exagero de jargões de astronomia e Física, priorizando a simplicidade e universalidade, obviamente associado ao conteúdo da evolução estelar devidamente transposto. Portanto, foi atingido o objetivo de desenvolver três roteiros simples, que devem ser utilizados no cotidiano da prática docente do professor de ciências do ensino fundamental.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Germano Bruno; NADAL, Carlos Aurélio. Arqueoastronomia no Brasil. **História da Astronomia no Brasil**. e 1.ed. Recife: Cepe Editora e Secretaria de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, 2014.
- ANDRADE, Mariel; SILVA, Janaina; ARAÚJO, Alberto. Utilização do software stellarium para o ensino de astronomia. **Anais da IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns-Brasil**, 2009.
- BERNARDES, Adriana Oliveira. Observação do céu aliada à utilização do software Stellarium no Ensino de Astronomia em turmas de educação de jovens e adultos (EJA). **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 10, p. 7-22, 2010.
- BESERRA-DW, D. W. S. et al. Ensino de astronomia com os softwares Stellarium e Celestia. 2012.
- BOLLMANN, Maria Graça Nóbrega; AGUIAR, Letícia Carneiro. LDB-projetos em disputa: Da tramitação à aprovação em 1996. **Retratos da Escola**, v. 10, n. 19, p. 407-428, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BUENO, Márdila Alves et al. Astronomia Cultural: um levantamento bibliográfico dos saberes sobre o céu de culturas indígenas. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 12, n. 25, p. 27-40, 2019.
- CANALLE, João Batista Garcia. O problema do ensino da órbita da Terra. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 12-16, 2003.
- DE OLIVEIRA SANTANA, Jessica; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE O ESTUDO DA EVOLUÇÃO ESTELAR. In: **2018**. 2018.
- DE PAULA, M. H. de. Considerações breves sobre cultura rural. **Revista Opsis**, Catalão, v. 8, n.11, p.258–274, mar. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/o.v8i11.9364>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- DIAS, Claudio André CM; SANTA RITA, Josué R. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-americana de educação em astronomia**, n. 6, p. 55-65, 2008.
- DOS SANTOS, Antônio Vanderlei et al. Uma aplicação de campos conceituais no ensino interdisciplinar de astronomia na física e na matemática no ensino médio. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 12, n. 26, p. 183-198, 2020.

FOLHES, M. T.; DONALD, N. Previsões tradicionais de tempo e clima no Ceará: o conhecimento popular à serviço da ciência. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 19-31, ago. 2007.

GONTIJO, Cláudia Maria Mendes. Base nacional Comum Curricular (BNCC): comentários críticos. **Revista Brasileira de Alfabetização**, n. 2, 2015.

GOULART, Andressa Rossini. Abordagem da astronomia no ensino fundamental através do software stellarium. 2015.

HORVATH, Jorge Ernesto. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. Editora Livraria da Física, 2008.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: Repensando a Formação de Professores**. Bauru, SP: Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência - Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2009.

LANGHI, Rodolfo. Educação em astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7, p. 15-30, 2009.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação em Astronomia: Repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2014.

LOBÃO, M. S. P. Notas Sobre a Economia Rural da Região Norte Brasileira. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 41, p. 199-224, dez. 2019.

LUIZ, A. A.; TSUCHIDA, M. Introdução à Dinâmica do Sistema Solar. **Relatório de Iniciação Científica**, 1., 2009, São José do Rio Preto. São Paulo: Unesp, 2009.

MACIEL, Walter Junqueira. **Introdução à Estrutura e Evolução Estelar, Vol. 24**. Edusp, 1999.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. reimpr. São Paulo: Atlas, 2003. 305 p.

MARINHO, Rodrigo Ferreira et al. ANÁLISE DOS RECURSOS DE SOFTWARES E APPS DE ASTRONOMIA COM FOCO EM ATIVIDADES EDUCACIONAIS. **Anais da Semana de Licenciatura**, v. 1, n. 9, p. 348-359, 2019.

MORAIS, F. F.; MORAIS, R. F.; SILVA, C. J. Conhecimento ecológico tradicional sobre plantas cultivadas pelos pescadores da comunidade Estirão Comprido, Pantanal Mato-

grossense, Brasil. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Humanas**, Belém, v. 4, n. 2, p. 277-294, 2009.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: Eletromagnetismo (vol. 3)**. Editora Blucher, 2015.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: Ótica, relatividade, física quântica (vol. 4)**. Editora Blucher, 2014.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004. 557 p.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Livraria da Física, Rio Grande do Sul, 2014.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. *Astronomia e Astrofísica*, 2021. Disponível em: < astro.if.ufrgs.br/index.htm#gsc.tab=0 >. Acesso em: 02, de janeiro de 2022.

PACHECO, Mayara Hilgert; DE LIMA, Junior; ZANELLA, Marli Schmitt. **O Uso Do Software Stellarium No Ensino De Astronomia: Um Estudo Teórico The Use Of Stellarium Software In Astronomy Education: A Theoretical Study**. 2018.

PEIXOTO, Denis Eduardo; KLEINKE, Maurício Urban. Expectativas de Estudantes sobre a Astronomia no Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 22, p. 21-34, 2016.

PINTO, E. de P. P.; AMOROZO, M. C. de E M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica – Itacaré, BA, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 751-762, abr. 2006.

QURINO FILHO, Inacio. **Rpg Para Ensinar Evolução Estelar**. 2018.

RAMOS, Flávia Regina Oliveira; HEINSFELD, Bruna Damiana de Sá Solón. Reforma do ensino médio de 2017 (Lei nº 13.415/2017): um estímulo à visão utilitarista do conhecimento. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**. 2017. p. 18284-18300.

RODRIGUES, Renato da Silva Rosa et al. Formação e evolução estelar como uma proposta de contextualização para o ensino de termodinâmica no ensino médio. 2016.

RODRIGUES, Renato da Silva Rosa et al. Formação e evolução estelar como uma proposta de contextualização para o ensino de termodinâmica no ensino médio. 2016.

SAGAN, Carl. *Cosmos*. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

SANTANA, Jessica De Oliveira; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE O ESTUDO DA EVOLUÇÃO ESTELAR. In: **9º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP**. 2018.

SANTOS, A. A.; SANTOS, E. M.; SANTOS, C. A. B.. Crenças e percepções sobre *philodryas olferssi* (lichtenstein, 1823), em Ribeira do Amparo, sertão da Bahia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 3, p. 16-26, 2016.

SILVA, André Bastos da et al. Evolução estelar no ensino de Ciências. 2017.

SILVA, N. M.; ANDRADE, A. J. P.; SOUZA, C. R. O sertanejo e as experiências de inverno no Seridó Potiguar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 87-107, jul. 2013.

SILVA, Silvana do Nascimento; LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. As Vozes de Professores-Pesquisadores do Campo da Educação Ambiental sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação Infantil ao Ensino Fundamental. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, 2020.

WEINBERG, Steven. **Para explicar o mundo: a descoberta da ciência moderna**. Editora Companhia das Letras, 2015.

WHITE, Michael. **Galileu Anticristo Uma Biografia**. Editora Record, 2009.