

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE FÍSICA
FÍSICA LICENCIATURA

JORDANA DA SILVA SANTOS

**EVOLUÇÃO ESTELAR: UMA PROPOSTA DIDÁTICA DENTRO DA
PERSPECTIVA CTSA**

UBERLÂNDIA

2023

JORDANA DA SILVA SANTOS

**EVOLUÇÃO ESTELAR: UMA PROPOSTA DIDÁTICA DENTRO DA
PERSPECTIVA CTSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de licenciada em Física.

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Riposati Arantes

UBERLÂNDIA

2023

JORDANA DA SILVA SANTOS

**EVOLUÇÃO ESTELAR: UMA PROPOSTA DIDÁTICA DENTRO DA
PERSPECTIVA CTSA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Física da
Universidade Federal de Uberlândia
como requisito parcial para obtenção do
título de Licenciado em Física.

Uberlândia, 26/01/23.

Banca Examinadora:

Nome – Titulação (sigla da instituição)

Nome – Titulação (sigla da instituição)

Nome – Titulação (sigla da instituição)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me permitiu essa graduação e durante toda essa jornada me deu força pra não desistir e sabedoria para continuar.

Agradeço a minha mãe e pai que me mostraram a importância dos estudos na vida mesmo não tendo as mesmas oportunidades e me incentivaram e ainda incentivam e me ajudaram com os recursos que tinham naquele momento.

Agradeço a minha irmã Thuanne e amigas Nathalia e Julia que participaram ativamente comigo desse processo e me incentivaram a continuar, sem o apoio de vocês eu não conseguiria.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Alessandra Riposati que tanto me ajudou neste trabalho. Obrigada pela orientação, pela paciência e pelas conversas online.

Agradeço aos amigos da graduação que me ajudaram a passar pelas dificuldades enfrentadas durante o curso.

Enfim, agradeço a todos os professores do Instituto de Física pelos quais passei, sem vocês esse trabalho não seria possível.

RESUMO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) coloca o jovem como protagonista da sua escolarização, e propõe discutir a diversidade de informações que cercam a sociedade. Além disso, enfatiza sobre a importância da abordagem histórica da ciência, do uso de tecnologias e da participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento e desenvolvimento crítico em meio a questões sociais relacionadas ao desenvolvimento da ciência. Visto isso, nos primeiros capítulos deste trabalho serão apresentadas as leis e bases que gerem a educação no Brasil um pouco sobre a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e sobre a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, encontradas na BNCC. Depois, será apresentada a perspectiva de alguns trabalhos com o tema Evolução Estelar. Posteriormente, será proposta uma sequência didática que é composta por oito aulas. No início da primeira aula serão propostas algumas questões acerca da origem do Universo como forma de saber os conhecimentos prévios dos alunos. Estas aulas seguirão uma linha de raciocínio começando pela história da evolução das ideias iniciais sobre o Universo, passando para a formação das estrelas sua composição até a morte das estrelas, e para finalizar será proposta a análise de duas reportagens sobre o telescópio James Webb como forma de analisar as diversas formas de divulgação científica. Durante as aulas também serão propostas algumas atividades complementares sobre os temas. Ao final da oitava aula é proposta uma avaliação final com questões sobre as aulas ministradas e também uma auto-avaliação com questões mais pessoais. Conclui-se então que essa sequência didática busca facilitar o ensino do tema por meio de uma perspectiva CTSA que busca discutir o processo de evolução das estrelas e do Cosmos e explorar as diversas aplicações como as reações nucleares estelares, dentre outros, visando o letramento científico dos estudantes e o desenvolvimento de sua base crítica em relação a temas científicos.

Palavras-chave: Ensino de Física, CTSA, Evolução Estelar.

ABSTRACT

The National Common Curricular Base (BNCC) places young people as the protagonist of their schooling, and proposes to discuss the diversity of information that surrounds society. In addition, it emphasizes the importance of the historical approach to science, the use of technologies and the active participation of students in the construction of knowledge and critical development in the midst of social issues related to the development of science. Given this, the first chapters of this work will present the laws and bases that manage education in Brazil, a little about the Science, Technology, Society and Environment approach and about the area of Natural Sciences and its Technologies, found in the BNCC. Afterwards, the perspective of some works with the theme Stellar Evolution will be presented. Subsequently, a didactic sequence consisting of eight classes will be proposed. At the beginning of the first class, some questions will be proposed about the origin of the Universe as a way of knowing the students' prior knowledge. These classes will follow a line of reasoning, starting with the history of the evolution of the initial ideas about the Universe, moving on to the formation of stars and their composition until the death of the stars, and finally, the analysis of two reports on the James Webb telescope will be proposed as a way of to analyze the various forms of scientific dissemination. During the classes, some complementary activities on the themes will also be proposed. At the end of the eighth class, a final assessment is proposed with questions about the classes taught and also a self-assessment with more personal questions. It is then concluded that this didactic sequence seeks to facilitate the teaching of the subject through a CTSA perspective that seeks to discuss the process of evolution of stars and the Cosmos and explore the various applications such as stellar nuclear reactions, among others, aiming at scientific literacy of students and the development of their critical base in relation to scientific themes.

Key-words: Teaching, CTSA, Stellar evolution.

SUMÁRIO

NOTAS DA AUTORA	8
INTRODUÇÃO	11
Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA)	14
Área das Ciências da Natureza	16
PRODUÇÕES SOBRE O ENSINO DE EVOLUÇÃO ESTELAR	19
A PROPOSTA DIDÁTICA	23
CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE A - Avaliação dos conhecimentos após a aula 8	35
ANEXO A- Formação e Evolução Estelar	35

NOTAS DA AUTORA

Nasci em 1998 na cidade de Araguari e a minha família é da classe média baixa. Meu pai hoje é da reserva militar com Ensino Médio incompleto e minha mãe autônoma com Ensino Fundamental incompleto. Meus pais, principalmente minha mãe, sempre me incentivaram a estudar, entretanto ir à escola não era minha prioridade, mas tirava notas boas e sempre me dedicava para que isso acontecesse.

Fui para a escola aos seis anos na primeira série e todas as minhas fases escolares foram em escolas públicas. Aprendi a ler e a escrever rapidamente e desenvolvi uma aptidão para os números e para a ciência. Mas o que sempre me chamava a atenção era a natureza, gostava mesmo de observar pequenas coisas como: formigas, peixes, árvores; e coisas grandes como: a Lua, as estrelas, as nuvens, o pôr e o nascer do Sol.

No Ensino Fundamental ganhei duas medalhas se que marcaram minha vida. Na segunda série ganhei uma medalha por ter decorado a tabuada de multiplicação Na segunda participei duas vezes de um projeto chamado Soletrando sendo vencedora. As feiras de ciências sempre me chamaram muita atenção. Em todas elas participei ativamente propondo idéias relacionadas a natureza e a matemática.

Os professores incentivavam bastantes projetos científicos como: figuras geométricas, plantas carnívoras, fungos (colhemos orelhas de pau nas árvores do bosque da minha cidade), mitologia grega, dentre outros, quase todas as propostas tinham cunho científico o que me deixava convicta que eu queria ser uma cientista.

Quando cheguei ao Ensino Médio, minha irmã entrou na Universidade Federal de Uberlândia para cursar História e um ano depois minha amiga entrou no curso de Psicologia, isso influenciou bastante a minha decisão de continuar estudando. Nesse

tempo, me dediquei bastante nas disciplinas para fazer o Enem, mas principalmente nas matérias de exatas, porque queria cursar um curso de exatas.

Desde criança gostei de olhar o Céu, contemplar aquela imensidão me perguntando o que mais poderia existir lá. Sendo assim, tinha muito interesse pela Física, e um professor percebeu que eu gostava da matéria e por isso me deu alguns livros que me ajudaram bastante e me incentivaram a fazer experimentos. O que eu pude aprender na época me fez acreditar ainda mais na possibilidade de ser uma cientista. Eu sabia que queria estudar a natureza e às vezes me imaginava em laboratórios usando béqueres, porque essa era a imagem que eu tinha de um cientista. Então ganhei um telescópio e isso mudou minha vida, pois queria estudar o Céu.

Tentei o vestibular para Engenharia Aeronáutica, mas fiquei enferma e não consegui passar na segunda fase. Como ainda estava no segundo ano do Ensino Médio, me permiti tentar outras coisas. Pensei em Astronomia, mas o curso mais próximo era na cidade de São Paulo, não pude ir cursar por causa das condições financeiras da minha família, por isso, decidi fazer Física no lugar mais próximo da minha cidade, ou seja, a Universidade Federal de Uberlândia.

Em 2016 entrei no curso de Física de Materiais na UFU, porém logo no início tive que abandonar o curso, porque mudei de cidade e não tinha recursos para continuar. Entrei novamente em 2017 no curso de Física licenciatura por ser noturno. Durante o curso dei aula em uma escola estadual como professora substituta, foi uma experiência incrível. Percebi uma carência enorme de empatia com os alunos por parte dos professores, me identifiquei bastante com os alunos, senti um desejo de ajudá-los, mostrar a eles que a Física é interessante.

Mas como cristã me deparei com muitos conflitos durante o curso. Conheci a fé aos 9 anos de idade. Sem saber ainda o significado da palavra, tive grande afeição pela igreja e pelas pessoas. Não havia ainda uma separação na minha mente de ciência e de religião. Mantive-me firme na crença de que Deus havia criado o Universo (não apenas o que vemos além do céu, mas também as coisas aqui na Terra) que eu contemplava com tanto amor. Diante da afirmação de muitos de que ciência e religião não se misturam comecei a perceber que realmente havia diferenças entre as duas, mesmo assim escolhi estudar e compreender a natureza que estava além do que eu sabia. Então entrei na universidade. Lá eu vivi muitos conflitos internos que me levaram a acreditar na lógica e na razão ao invés de apenas crer.

Enquanto cursava algumas disciplinas pedagógicas no curso, conheci a abordagem CTSA (Ciência, tecnologia, sociedade e Ambiente), que relaciona questões sociais do nosso meio com a ciência e a tecnologia, e percebi que essa poderia ser uma forma que ajudaria o processo de ensino e aprendizagem. Para este trabalho final então, decidi propor uma seqüência de aulas utilizando a abordagem CTSA no ensino de Evolução Estelar.

1. INTRODUÇÃO

Com a Constituição Federal de 1988, a educação brasileira obteve grandes avanços, pois antes, trabalhava-se com a ideia liberal de uma educação aberta a todos, mas por conta do desenvolvimento industrial e tecnológico e na busca por uma adaptação às exigências comerciais, a escolarização passou a voltar-se a preparação do discente para o mercado de trabalho.

Na seção intitulada "Da Educação", no artigo 205 - da constituição brasileira de 1988 - diz:

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1988, p.166).

Após oito anos da promulgação da Constituição Federal, foi sancionada a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), leis que estruturam e organizam o sistema educacional público e privado brasileiro. A LDB estabelece a finalidade para o Ensino Médio:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996, p.12)

Pode-se observar nos pontos acima que, os critérios da LDB se aproximam ainda mais dos anseios mercantis. Em 26 de junho de 1998, instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) articulada com a LDB, cuja organização curricular baseia-se na Lei N° 9.394, expressando que:

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.(BRASIL,1996, p. 1).

Diante da necessidade de orientação para os professores pela normatização de princípios referentes a cada disciplina, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), para servir como orientação às escolas no que condiz com as propostas do Ensino Médio e regular, contribuindo com a organização das áreas do conhecimento (BRASIL, 2000).

Nelas se encontravam as ideias de representação e comunicação, que visavam desenvolver a capacidade de entendimento dos alunos através de vários meios como ler, interpretar e elaborar textos utilizando tecnologias; investigação e compreensão, que tem em vista expandir a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, desenvolvendo, a aptidão de utilizar ferramentas de medição e computadores, ampliando o raciocínio nas situações-problemas e soluções; e contextualização sócio-cultural, que propõe compreender e utilizar a ciência num contexto social e ambiental.

Após a publicação dos PCNs, os estados da Federação Brasileira criaram seus próprios alvítrios. Em 2007, foi elaborada a proposta de currículo para o estado de Minas Gerais, com o objetivo de determinar os conteúdos básicos que deveriam ser ensinados no Ensino Médio, chamado Currículo Básico Comum (CBC). O CBC foi uma forma de organização e estruturação do sistema escolar que indica as competências e habilidades que o aluno precisa aprender. Essa forma de composição foi disposta em dois níveis: no primeiro nível o Ensino Fundamental que era empregado uma abordagem de cunho geral, enquanto no segundo nível, o Ensino Médio, que previa um aprendizado mais aprofundado, fundamentando conteúdos vistos no primeiro nível.

Neste sentido, no que concerne a disciplina de Física, o CBC propôs para o primeiro ano do Ensino Médio um ensino voltado ao conceito de energia, por este se relacionar com todas as disciplinas de Ciências Naturais, sendo então um conceito integrador entre elas, que também aparece em diversas situações cotidianas sociais e econômicas. Por exemplo, o ensino de Física é visto em um formato mais geral no Ensino Fundamental, focando na Terra e na vida humana, para no Ensino Médio ser vista na mecânica, na termodinâmica e no eletromagnetismo, sendo abordada de forma interdisciplinar.

Em 30 de janeiro de 2012, na Resolução N°2 foi instituída as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, invalidando a de 1998. Elas orientavam o desenvolvimento de competências e habilidades, a flexibilidade e a cidadania para o mundo competitivo (MOEHLECKE, 2012).

Em 2017 foi aprovada uma Medida Provisória – Lei – nº 748/2016, que propôs a reforma no Ensino Médio. As mudanças propostas transformaram as disciplinas (por exemplo, Física, Química e Biologia) em áreas do conhecimento (Ciências da Natureza e suas tecnologias), mas sem excluir as disciplinas originais, tendo como objeto de estudo a natureza dividida de forma dinâmica atendendo as especificidades de cada componente curricular. Também foram criados os Itinerários Formativos, no qual o discente poderá escolher uma das disciplinas das áreas do conhecimento para se aprofundar, com o objetivo do aluno sair com uma formação para entrar no mercado de trabalho. Além disso, o novo Ensino Médio tem uma disciplina chamada Projeto de Vida, que tem como objetivo auxiliar o aluno a entender o momento vindouro e ajudá-lo a atingi-lo.

O novo Ensino Médio une os intentos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), promulgada em 2018. Seu objetivo é fazer com que todos os estudantes tenham a mesma base de ensino, ou seja, um nível de aprendizagem nacional. A BNCC define dez competências gerais para que os estudantes se desenvolvam na vida secular, alcançando conhecimentos práticos, conceituais, atitudes e valores para exercer a cidadania e ter acesso a oportunidades.

Estas competências trazem um objetivo geral dessa proposta e são definidas para todas as modalidades de ensino. Elas podem ser resumidas como se segue:

- Trazer ao estudante as bases históricas sobre a construção da sociedade, da cultura, da tecnologia e do desenvolvimento humano e através disso auxiliar na construção de uma sociedade democrática e inclusiva.
- Estimulá-los a investigação, a crítica, a observação, a imaginação para pensar e identificar problemas e criar soluções.
- Formar uma percepção das manifestações artísticas locais e mundiais.
- Utilizar diferentes tipos de linguagem (verbal, corporal, visual, digital, sonora) para a comunicação e compartilhamento de informações.
- Manipular tecnologias que permitam a disseminação de conhecimento e trazer autonomia para resolver problemas através deles.
- Ter acesso a experiências e fundamentos no ramo do trabalho que o ajudem a visualizar o ambiente e ter a liberdade de fazer projetos de vida que podem trazer responsabilidade e autonomia nas suas escolhas.

- Apresentar de forma correta as informações, usando fatos e dados confiáveis para defender ideias, para argumentar, para tomar decisões que respeitem os direitos humanos e ajudem com seu posicionamento ético em relação às pessoas e ao mundo.
- Conhecer as suas limitações, seus sentimentos, sua saúde mental e física, reconhecendo também as limitações das outras pessoas.
- Respeitar, ajudar, dialogar para se propagar o respeito aos outros e a diversidade de grupos sociais, sua cultura, seu conhecimento sem preconceitos.
- Comportar-se com autonomia, responsabilidade, respeito diante de muitas pessoas, tomando decisões que ajudem o próximo, com ética, sustentabilidade, democracia e inclusão.

A BNCC tenta colocar o jovem em sua diversidade, como protagonista da sua escolarização, isso acontece para que o jovem tenha uma visão de um futuro melhor. Pensando nisso, dentro dos objetivos e das habilidades, ela propõe discutir a diversidade de informações que cercam a sociedade como: economia, política, sustentabilidade, dentre outros.

Existe um cuidado para com o progresso do pensamento crítico e científico, por isso a BNCC propõe “também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2018, p. 549), essa relação é conhecida como abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Visto isso, o objetivo deste trabalho é apresentar uma seqüência didática com o tema Evolução Estelar dentro da perspectiva CTSA, buscando discutir o processo de evolução das estrelas e do Cosmos e explorar as diversas aplicações como as reações nucleares estelares, entre outros.

1.1. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA)

A abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente) é uma proposta de ensino que relaciona aspectos científicos e tecnológicos, bem como sua

influência e impactos na sociedade e ambiente. Essa abordagem propicia que os estudantes compreendam o conteúdo desenvolvendo sua alfabetização científica e promovendo sua participação nas discussões e resoluções de problemas. Segundo Mortimer (2000) não há como fazer ciência sem considerar os efeitos e aplicações sobre a sociedade, mas considerar que o cidadão seja capaz de compreender, tomar decisões e agir diante de situações, concepções e ideias que a Ciência e Tecnologia propõem. Sendo assim, CTSA pode ser definido como o movimento de cunho interdisciplinar visto as aplicações que a Ciência e a tecnologia faz e como essas ações interferem de modo positivo e negativo na sociedade e no ambiente.

O objetivo geral desta abordagem pode ser dito como:

... desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (DOS SANTOS, MORTIMER, 2000, p.4)

Diante do cenário em que se deu a evolução industrial e tecnológica, foram percebidos, então, os impactos ambientais, sociais e científicos que reverberaram no período, demonstrando assim a necessidade da associação destes tópicos para a resolução de tais problemas, assim sendo criado o enfoque CTSA. Ela vem sendo utilizada e implementada nos currículos escolares de vários países industrializados desde a década de 1970. O enfoque CTSA não foi executado em um primeiro momento, mesmo que questões ambientais e tecnológicas fossem levantadas, pois ocorria uma transformação na qual a tecnologia dependia da educação para a formação da mão de obra profissional. Ainda assim, continuou-se com os métodos de ensino tradicionais (GOMES, BATISTA, FUSINATO, 2017).

Em 1998, aparecem os primeiros indícios dessa abordagem nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Carboni (2016) relata uma atividade que propôs aos estudantes embasadas no CTSA: a pesquisa individual sobre as distâncias médias dos planetas em relação ao Sol, e em grupo, a construção de um modelo do Sistema Solar deixando livre a escolha das escalas, isso permitiu que os estudantes participassem de uma pesquisa, tivessem contato com cálculos e desenvolvessem o trabalho em equipe, atividades essas cujo desenvolvimento está de acordo com os objetivos da abordagem.

Dessa forma, este trabalho irá focar no ensino da evolução estelar. Este tema possibilita aos estudantes elaborar reflexões sobre a história do Universo e [...] inteirar-

se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção (BRASIL, 2018, p. 556).

Sendo assim, a ideia central deste trabalho é propor uma seqüência didática com a análise dos processos da evolução das estrelas, explorar as reações nucleares que acontecem nesse processo e abordar a história da pesquisa feita durante a evolução das ideias propostas.

1.1.1. Áreas das Ciências da Natureza

A área de Ciências da Natureza vai além do aprendizado conceitual, pois visa o desenvolvimento de competências e habilidades específicas direcionadas a investigar, analisar, avaliar, propor, comunicar e argumentar. A fim de articular Física, Química e Biologia dando continuidade à aprendizagem desenvolvida no Ensino Fundamental, a BNCC define competências e habilidades orientadas à

contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018, p. 547)

A partir da continuidade da proposta do Ensino Fundamental para o Ensino Médio, as competências específicas e habilidades são direcionadas aos temas Matéria e Energia e Vida, Terra e Cosmos que é a junção de Vida e Evolução e Terra e Universo. O tema Matéria e Energia, estabelecida pela competência 1, é definida como

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2018, p. 553)

Um exemplo aplicável será

...analisar matrizes energéticas ou realizar previsões sobre a condutibilidade elétrica e térmica de materiais, sobre o comportamento dos elétrons frente à absorção de energia luminosa, sobre o comportamento dos gases frente a alterações de pressão ou temperatura, ou ainda sobre as consequências de emissões radioativas no ambiente e na saúde. (BRASIL, 2018, p. 549)

O tema Vida, Terra e Cosmos, estabelecido pela competência 2, é definida como

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento

e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.(BRASIL, 2018, p. 553)

Enquanto no Ensino Fundamental será trabalhado “questões relacionadas aos seres vivos, suas características e necessidades...” (BRASIL, 2018, p. 326), no Ensino Médio será trabalhado “... a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida..., do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações...” (BRASIL, 2018, p.549). Isso implica, por exemplo, na análise de questões mais complexas como

aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas. (BRASIL, 2018, p. 549)

Além destas, define-se também uma terceira competência direcionada ao uso de tecnologias

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).(BRASIL, 2018, p.553)

a fim de que os estudantes “... possam entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico...” (BRASIL, 2018, p. 552) com intuito de que desenvolvam as habilidades de posicionar-se criticamente, argumentando e comunicando frente a situações problemas.

A ideia da articulação entre as disciplinas traz consigo questões além das próprias vinculadas a elas. Estas são questões sociais, ambientais e culturais que permitem relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Dessa forma a BNCC propõe a aplicação de uma contextualização histórica e cultural da ciência a fim de que os estudantes “[...] aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico,...” (BRASIL, 2018, p. 550), com isso espera-se “que os estudantes possam avaliar o impacto de tecnologias contemporâneas [...] em seu cotidiano, em setores produtivos, na economia, nas dinâmicas sociais e no uso, reuso e reciclagem de recursos naturais.” (BRASIL, 2018, p. 550).

Além das três competências, são estabelecidas habilidades a serem desenvolvidas, porém o foco deste trabalho está limitado a apenas algumas delas.

Da competência 1, pretende-se desenvolver a habilidade:

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica. (BRASIL, 2018, p. 555)

a fim de que os estudantes possam conhecer a origem da radiação cósmica, sendo que, será explorado apenas o conhecimento voltado à origem dessas radiações na formação das estrelas.

Da competência 2 as habilidades a serem alcançadas são

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). (BRASIL, 2018, p. 557)

no qual será focado a análise dos modelos de origem e no surgimento de sistemas solares, suas estruturas e composições, fazendo uso de tecnologias.

Da competência 3 pretende-se desenvolver a habilidade:

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. (BRASIL, 2018, p. 559)

na intenção de interpretar textos de divulgação científica com diferentes linguagens a fim de analisar os dados e a coerência das informações para o desenvolvimento de habilidade de diferenciar fontes confiáveis de informação.

2. PRODUÇÕES SOBRE O ENSINO DE EVOLUÇÃO ESTELAR

No trabalho de Costa, Polati e Allen (2018), “Uma proposta de discussão de controvérsias históricas e epistemológicas acerca da evolução estelar para o ensino médio”, foi enfatizada a importância da construção dos processos científicos ao longo da história pela discussão das controvérsias epistemológicas e históricas no ensino de evolução estelar sobre o conceito de massa e sua relação com a caracterização dos tipos de estrela e buracos negros. Neste artigo foram propostos três momentos de discussão com duração de 1h30min para duas turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola Técnica de Informática em São Paulo (IFSP).

A princípio, eles contextualizavam o momento histórico e social além da evolução dos instrumentos utilizados ao longo da história da observação celeste e a partir disso desenvolviam a ideia de que é possível fazer observações astronômicas por meio de cálculos usando, como exemplo, a hipótese de que as estrelas Sírius A e Sírius B poderiam ser um sistema de estrelas. Em um segundo momento, eles propuseram uma atividade em grupo para medir a massa das duas estrelas com intenção de desenvolver o senso crítico sobre as teorias na Ciência. Logo depois eles mostraram a evolução da teoria dando ênfase nas diferentes interpretações sobre o conceito de buracos negros associados aos aspectos sociais da época.

Dessa forma, os autores concluíram que os estudantes demonstraram interesse com a apresentação do tema. Nos momentos seguintes, todas as turmas se dedicaram à realização do experimento, houve bastante discussão e os autores perceberam que os alunos sentiram a necessidade de dar respostas finais embasadas nos seus conhecimentos prévios às questões e assim pediam para os docentes atentarem ao desenvolvimento das aulas, pois eles próprios conduziram-nas de forma a desencorajá-los a dar essas respostas. Por fim, eles enfatizaram a necessidade de tratar das controvérsias históricas e epistemológicas sobre evolução estelar, mostrando que a ciência é um estudo sempre em construção.

No artigo de Guizzo (2021), “Star's rescuers: um jogo de tabuleiro colaborativo para o ensino da evolução estelar” foi desenvolvido um jogo de tabuleiro chamado “STAR 'S RESCUERS” cuja evolução e criação foram voltadas para o ensino de astronomia. Esse jogo, baseado no game de investigação 221B BAKER STREET: The

Master Detective Game, conta com o protagonista Sherlock Holmes, um famoso investigador da literatura inglesa, e é estruturalmente onde encontramos um “[...] multijogador baseado nas habilidades de raciocínio, memória, dedução e argumentação, desenvolvido exclusivamente como material de apoio didático ao ensino dos conceitos da Evolução Estelar.”(GUIZZO, 2021). Segundo Guizzo (2021) o objetivo geral deste projeto foi compreender os conceitos relacionados à luminosidade estelar, reconhecer e entender que posição da estrela no diagrama HR está relacionada aos estágios de sua vida.

Para isso, foi elaborada uma seqüência didática com 6 aulas, de 45 minutos cada, em uma escola estadual. Antes de aplicar o jogo, o autor indicou textos e documentários para serem vistos previamente às aulas. Antecipadamente e logo após a aplicação, os alunos foram avaliados sobre os conhecimentos anteriores e posteriores. Depois de uma análise dos questionários chegou-se a conclusão do aumento de interesse dos discentes pelo tema e que estes atingiram os objetivos esperados.

Ainda usando jogos como estratégia metodológica, Filho e Aguiar (2018) apresentaram como forma de ensino de evolução estelar um jogo de RPG (Role-Playing Game). RPG é um jogo em que as pessoas interpretam seus personagens e criam narrativas que giram em torno de um enredo. No caso de um RPG de mesa, cada uma dessas histórias é criada por uma pessoa que leva o nome de “mestre do jogo”.¹ Com isso, dada a temática evolução estelar, o jogo seria voltado para uma exploração científica, onde os estudantes seriam tripulantes de uma nave que viajaria pelo universo sendo que cada fase estudaria uma parte do ciclo de vida de uma estrela. Este trabalho não foi aplicado em sala de aula, mas possui potencial, pois estimula o trabalho em grupo, a criatividade e a imaginação.

Na tese de Silva (2020), foi criado um jogo de tabuleiro chamado Via Solare (Caminho Solar) baseado no ensino de astronomia nos conceitos de nebulosas, sistema solar, estrelas e evolução estelar. O estudo foi realizado em uma turma de 40 alunos do 2º ano do Ensino Médio em uma escola pública da cidade de Vicência - PE, com o objetivo de avaliar o aprendizado dos estudantes frente ao estudo da evolução estelar utilizando um jogo de tabuleiro.

¹Disponível em: <<https://canaltech.com.br/games/o-que-e-rpg-os-mais-populares/>> Acesso em: 22 de junho, 2022.

O desenvolvimento da atividade proposta nesta dissertação consistiu em avaliar os conhecimentos prévios, apresentações de documentários e exposição de slides como uma preparação para chegar à aula prática do jogo e a avaliação final. Ao final ele relatou a satisfação e interesse dos alunos e a progressão satisfatória na avaliação final que foi um resultado da agregação de todos os recursos utilizados.

Santana e Teixeira (2018) desenvolveram um trabalho nas escolas do litoral de São Paulo, que consistia na divulgação científica por meio de palestras com o tema direcionado a Astronomia. O objetivo central foi compreender como temas que estão fora da convivência diária dos estudantes influenciam na aprendizagem. Neste sentido, Santana e Teixeira (2018) levaram este para as salas de aula trazendo ao estudante algumas questões: Como ocorre a formação das estrelas e dos planetas? Onde estamos nós neste cenário?

Na dissertação de mestrado de Rodrigues (2016), foi proposta uma seqüência didática utilizando o tema evolução estelar para ensinar termodinâmica no Ensino Médio. O autor desenvolveu alguns materiais, como um texto explicando o processo de formação e evolução das estrelas e analisando os conceitos termodinâmicos incluídos, o desenvolvimento de um experimento sobre radiação térmica que consiste em calcular a temperatura efetiva do Sol e desenvolveu um site interativo chamado Evolução Estelar com imagens para complementar o estudo.

Esse material foi aplicado para uma turma do 2º ano do Ensino Médio em uma escola pública estadual de Santa Catarina dividida em 11 encontros. Como em outros projetos, este trabalho também consistiu em verificar o conhecimento prévio e interesse dos estudantes pelo tema e concluíram que os estudantes demonstraram bastante interesse. Durante a aplicação, ele relatou que o primeiro texto aplicado auxiliou os estudantes a interagirem mais em sala de aula dialogando e questionando.

Na parte de radiação térmica, a dificuldade dos alunos foi na compreensão dos conceitos e manipulação das equações, sugerindo aos professores a dedicação de um tempo maior a este tópico. O autor enfatizou que a utilização de softwares foi crucial para que os alunos visualizassem e compreendessem as relações almejadas. Enfim, ele deixou os materiais disponíveis para que os professores utilizassem em sala de aula e encorajou-os a oferecerem uma educação construtivista com os estudantes ativos nesta construção.

Na dissertação de Carboni (2016) foi proposta uma seqüência didática sobre o tema Sistema Solar e Evolução Estelar. Nesta, utilizou várias abordagens como, CTSA, FMC, Cinema e Literatura, TIC, Interdisciplinaridade, Experimentação, História da Ciência, etc. Ele desenvolveu este trabalho em duas turmas, uma com um grupo controle sendo esta com aulas desenvolvidas de forma tradicional e outra com as diferentes metodologias ativas. O autor destacou o uso da abordagem CTS/CTSA propício à Física, pois relaciona o conteúdo com a realidade e discutem as relações entre ciência, tecnologia e a sociedade. Durante a execução do projeto, o autor notou que as metodologias ativas utilizadas chamaram a atenção dos estudantes de forma que participaram ativamente das aulas, pois os estudantes puderam interagir manusear e participar da construção desse conhecimento.

Assim, inspirado nos trabalhos descritos, será proposta uma seqüência de aulas sobre o tema evolução estelares inspirada em algumas das atividades desenvolvidas pelos autores.

3. A PROPOSTA DIDÁTICA

Nessa seção, pretende-se apresentar a seqüência de aulas elaboradas sobre o tema evolução estelar, que foi construída após a revisão bibliográfica e tem como pressuposto metodológico a abordagem CTS, e as orientações da BNCC, suas competências e habilidades. Diante disso, será proposto um conjunto de 8 aulas voltadas para o terceiro ano do Ensino Médio, com duração de 50 minutos.

Aula 1

A primeira aula terá como objetivo tratar do tema origem do Universo. Com o intuito de investigar os conhecimentos prévios dos estudantes será solicitado que eles respondam três questões: *Qual a sua explicação para a origem do Universo? Explique com suas palavras os fenômenos do dia e da noite. Desenhe a posição da Terra, do Sol e da Lua e como se movem.*

Na seqüência, o professor conversará com os estudantes sobre suas percepções. Na seqüência ocorrerá uma aula expositiva dialogada focada na reflexão dos momentos e personagens que marcaram a história da astronomia. Serão discutidos os principais pensadores do Heliocentrismo como Copérnico que revolucionou a Ciência com a hipótese de que a Terra gira em torno do Sol, Galileu Galilei² que em sua obra “O Mensageiro das Estrelas” supôs a existência de aglomerados estelares e Johannes Kepler que propôs o movimento elíptico dos corpos celestes, a teoria do Big Bang com Edwin Hubble e a Lei de Hubble, a teoria de gravitação de Einstein e o Paradoxo de Olbers. Essa apresentação será trabalhada de modo a não mencionar apenas as datas e os nomes dos cientistas, mas de apresentar a construção do conhecimento em meio às condições políticas, econômicas, tecnológicas, culturais, ambientais e sociais enfrentadas na época (BRASIL, 2018, p. 550).

Segundo Matthews (1995) a história da Ciência permite que os estudantes desenvolvam um pensamento crítico contribuindo para um entendimento mais amplo da matéria, superando a falta de significado quando se apresentam apenas fórmulas e equações que podem ser vistos como conhecimento infundado sem a parte histórica.

² Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/v1/portalpion/index.php/artigos/26-galileu-galilei-o-mensageiro-das-estrelas>> Acesso em: 19 de out. 2022.

Com o intuito de compreender o que foi apreendido pelos estudantes ao final da aula será solicitado que os estudantes realizem a Atividade 1 em casa.

Atividade 1 (tarefa de casa) - Sobre as questões do início da aula, você mudaria sua resposta? Se sim, responda novamente com o que você aprendeu na aula. Você conhecia a Teoria do Big Bang? Como você explicaria para seus pais a Teoria do Big Bang? Construa uma linha do tempo sobre as principais descobertas desde o início da origem do Universo até a Teoria do Big Bang³.

Essa atividade será computada dentro do processo de avaliação formativa.

Aula 2

A segunda aula será iniciada com a retomada das questões propostas na Atividade 1, onde será solicitado que alguns dos estudantes apresentem suas respostas e a linha do tempo sobre os aspectos históricos da origem do Universo. Ao final, será apresentada uma síntese das respostas esperadas.

Na seqüência será solicitado que os estudantes respondam a Atividade 2 em sala de aula, que foram inspiradas na dissertação de mestrado de Rodrigues (2016).

Atividade 2 - De acordo com os seus conhecimentos responda às seguintes questões: “O que é uma estrela? Desenhe o formato de uma estrela. Todas as estrelas são iguais? Se não, quais as diferenças entre elas?”

Essa atividade será computada dentro do processo de avaliação formativa.

Aula 3

A aula se iniciará com a leitura coletiva do texto encontrado no livro “O céu que nos envolve⁴” no capítulo 7 nos tópicos: “Nascimento: onde são formadas as estrelas? Vida: produção de energia e elementos químicos; Origem da energia termonuclear; Uma fase de estabilidade: a seqüência principal; Origem dos elementos químicos”. dando oportunidade que todos os estudantes leiam um trecho do texto. Depois de ler o texto serão retomadas e discutidas as respostas da Atividade 2. A leitura do texto é uma oportunidade para que o professor investigue o nível de compreensão de texto, pois

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Bl8Q7Lt56y0&t=1s>. Acesso em: 03 jan. 2023.

⁴ Disponível em: <https://www.iag.usp.br/astrofotografia/sites/default/files/OceuQueNosEnvolve.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2023.

acreditamos que a área de Ciências da Natureza tem a responsabilidade de colaborar com as outras áreas de conhecimento.

Aula 4

No início desta aula os estudantes serão separados em grupos de 3 pessoas e cada grupo receberá uma pergunta a qual terá que apresentar suas respostas depois da apresentação da aula, são elas: “De que são feitas as estrelas? Como as estrelas são formadas? Quais reações acontecem no centro das estrelas? Qual a estrela mais próxima da Terra no Sistema Solar? Todas as estrelas brilham? Por que não somos “engolidos” pelo Sol? As estrelas morrem? Qual a principal composição química das estrelas?”.

Como complemento à aula 3, neste momento serão tratados quais reações e transformações químicas ocorrem no centro da estrela na primeira temporada do documentário O Universo⁵ do *The History Channel*, episódio 10, que mostra e explica o nascimento de uma estrela. Esta atividade foi inspirada na dissertação de mestrado de CARBONI (2016).

Serão vistos os primeiros 12 minutos do documentário que expõe o nascimento das estrelas e sua estadia na seqüência principal. No restante do tempo, cada grupo deverá apresentar suas respostas. Este tempo será também para dúvidas e esclarecimento.

Esta aula tem o objetivo de mostrar a evolução de uma estrela no seu nascimento e como e quais reações acontecem para sua formação, com base na visualização do documentário. Esta aula envolve cinema e discussão dos fenômenos observados, além de estar de acordo com as habilidades específicas pelo “incentivo à leitura e análise de materiais de divulgação científica, à comunicação de resultados de pesquisas, à participação e promoção de debates” (BRASIL, 2018, p.552).

Aula 5

Nesta aula será proposta a realização de uma atividade com o uso de um *software* na sala de informática da escola. Caso a escola não tenha sala de informática, esta pode ser realizada com projetor multimídia. O aplicativo a ser utilizado chama *Stellarium* que está disponível nas plataformas digitais dos *smartphones* ou computadores e também online e pode ser utilizada também sem acesso a internet, a fim

⁵ Disponível em: <<https://vimeo.com/181712659>> Acesso em: 05 ago. 2022.

de que por meio de uma situação-problema, possam buscar uma solução manipulando o software (LONGHINI e DE DEUS MENEZES, 2010).

A turma será dividida em grupos de 3 pessoas e cada grupo terá que resolver a seguinte situação: Joana passou as férias de janeiro num acampamento de Ciências. Lá algumas das atividades diárias eram fazer observações astronômicas. Durante as observações foi apresentada a constelação do Caçador. No mês de julho, Joana decidiu observar novamente a Constelação, mas não a encontrou. Explique porque isso aconteceu, já que ela havia conseguido ver a constelação no acampamento?

Segundo Fiolhais e Trindade (2003), os softwares educacionais ajudam o estudante a enfrentar as dificuldades de aprendizagem pela oferta de uma gama de possibilidades de se resolver problemas, sendo este um complemento ao ensino tradicional.

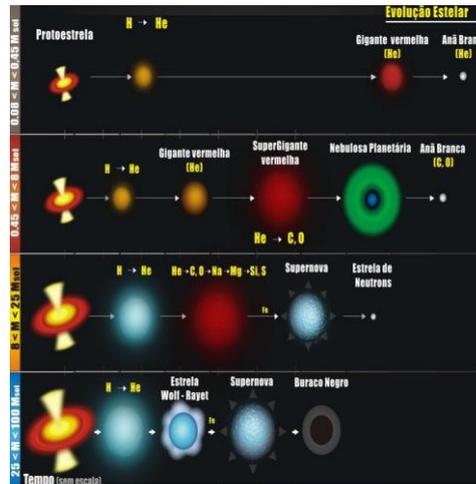
Atividade 3 (tarefa de casa) - Faça a leitura do texto que se encontra no livro “O céu que nos envolve” no tópico “Morte: estágios finais da existência de uma estrela; Fim de vida de estrelas parecidas com o Sol; Fim de vida de estrelas massivas” e responda a seguinte questão: “ Como é o processo de morte das estrelas? Responda no seu caderno com suas palavras”.

Essa atividade será computada dentro do processo de avaliação formativa

Aula 6

No início desta aula será solicitada a apresentação das respostas da Atividade 3 e por conseguinte a discussão. Na seqüência será exibido o restante do episódio 10 da primeira temporada do documentário “O Universo”. Depois da apresentação, será mostrada uma imagem com a evolução da vida das estrelas com diferentes massas

FIGURA 1- Quadro evolução das estrelas



FONTE: UFRGS⁶

O objetivo dessa aula é mostrar o final da vida de uma estrela e determinar pela imagem que a massa é o fator determinante do início e do fim da vida de uma estrela. Como dito pelo autor Carboni (2016), nesta parte, o professor deve ser bem específico e claro por que a imagem pode parecer confusa para alguns estudantes.

Aula 7

Nesta aula, serão apresentadas curiosidades sobre o Telescópio James Webb em forma de notícias de duas revistas com linguagens diferentes que serão lidas em sala de aula de forma compartilhada. Dessa forma, os estudantes terão contato com duas linguagens do mesmo assunto e poderão analisar a forma como a ciência é divulgada, se é numa linguagem formal, informal, qual das reportagens chama mais atenção e se isso atrapalha de alguma forma a aprendizagem. Esta é uma forma de interdisciplinaridade com Literatura e Cinema que segundo o autor Carboni (2016) a leitura de um texto literário é um ponto importante para se introduzir conceitos físicos de forma que o estudante compreenda que há Física em diversos tipos de histórias.

A primeira reportagem a ser lida e analisada é a da revista Super Interessante⁷ com o título “Telescópio James Webb: o arqueólogo das estrelas” publicado em julho de 2022. Ela aborda inicialmente a notícia contando um pouco da história do surgimento

⁶ Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node14.htm>. Acesso em: 23 set. 2022.

⁷ Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/james-webb-o-arqueologo-das-estrelas/>. Acesso em: 23 de set. 2022.

das estrelas pela Teoria do Big Bang, depois explicando um pouco da Física por trás do seu funcionamento em que ondas eletromagnéticas são captadas e fazem bastantes analogias com fatos que observamos no dia a dia.

A segunda reportagem é da revista Pesquisa FAPESP⁸ com o título “Primeiras imagens do telescópio James Webb impressionam pela nitidez”, publicado em agosto de 2022. Diferentemente da primeira reportagem analisada, esta aborda mais sobre a capacidade de observação do James Webb e os estudos e pesquisas futuras, sendo utilizada uma linguagem um pouco mais formal que a primeira e direcionado a um público mais instruído.

Ao final da leitura será solicitado aos estudantes que respondam às seguintes questões para serem apresentadas naquele momento, são elas: Qual a função do telescópio James Webb? Qual das reportagens chama mais atenção, por quê? Qual você gostou mais de ler? Por quê? Assim junto com o professor poderão analisar as respostas dadas conseguindo compreender a visão do estudante diante da divulgação científica.

Aula 8

Esta será a última aula orientada para a avaliação final. Na primeira parte será dado o questionário que se encontra no Apêndice A. Este tem o objetivo de avaliar o que aprenderam ao longo das aulas. Logo depois será proposta a produção de uma redação sobre o tema, onde eles terão que expor o que aprenderam sobre evolução estelar e uma pergunta pessoal sobre seus pensamentos anteriores ao aprendizado das teorias e conceitos científicos a fim de saber como os estudantes pensam acerca da Ciência.

Auto-avaliação final

1. Elabore um texto dissertativo sobre o que você aprendeu sobre Evolução Estelar. (mínimo 15 linhas e no máximo 30 linhas)
2. Sabemos que cada um tem uma experiência e um pensamento singular sobre a origem do Universo (Científico) ou a criação do Universo (Religioso). Depois dessas aulas sobre a Evolução Estelar, a qual tratou

⁸ Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/primeiras-imagens-do-telescopio-james-webb-impressionam-pela-nitidez/>> Acesso em: 24 de set. 2022.

cientificamente, escreva sobre seu pensamento anterior às aulas e se mudou alguma coisa depois de assisti-las.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma seqüência didática sobre o tema Evolução Estelar dentro da perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que busca discutir o processo de evolução das estrelas e do Cosmos e explorar as diversas aplicações como as reações nucleares estelares, dentre outros.

A escolha do uso da abordagem histórica na primeira e segunda aula foi inspirada pelo desfecho do trabalho de Costa, Polati e Allen (2018) e se deu pelo fato de que ela se relaciona diretamente com o contexto social e cultural pretendido neste trabalho que prioriza a utilização da abordagem de ensino CTS/CTSA. Segundo a BNCC “a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais.” (BRASIL, 2018, p. 549).

Segundo CARBONI (2016, p.12)

O fato histórico é um excelente artifício para envolver os alunos e fazer com que tenham uma visão real e diversificada da física, que pode ser aplicada no dia a dia e ainda mais, que a física vem ao encontro do desenvolvimento e evolução da civilização.

As aulas 3, 4, 5 e 6 foram inspiradas na dissertação de mestrado de Silva (2017), Rodrigues (2016) e Carboni (2016), quanto a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação, com o intuito de divulgar o conhecimento científico sob a perspectiva da proximidade dos recursos tecnológicos disponíveis atualmente, a fim de que os estudantes se posicionem “criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia” (BRASIL, 2018, p. 552). Segundo a BNCC

Tudo isto é fundamental para que os estudantes possam entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico, além de lhes permitir uma maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia. (BRASIL, p.552)

A sétima aula foi inspirada na dissertação de Carboni (2016), utilizando também tecnologia de informação e textos científicos como forma de divulgação científica, a fim de que o estudante tenha contato com diferentes formas de informação e comunicação para desenvolverem sua capacidade de argumentar e criticar temas científicos além do professor poder fazer uma análise do nível de compreensão do texto.

Além disso, o estímulo a leitura de material científico se encaixa como interdisciplinaridade, pois

o professor poderá introduzir um conceito físico se aproveitando de um texto, parte de um livro ou até mesmo um artigo científico que desperte o interesse no aluno para que este possa compreender que existe física em outros lugares, participando de livros em histórias das mais variadas possíveis(CARBONI, 2016, p. 17).

Para finalizar, a oitava aula foi inspirada na avaliação inicial e final de Rodrigues (2016, p. 125 e 127). O questionário no Apêndice A será para avaliar os conhecimentos adquiridos durante as aulas. A auto-avaliação encontrada na aula 8 consiste em uma pergunta proposta para que o estudante possa não só praticar sua escrita, mas também argumentar acerca do tema. A segunda pergunta se refere aos ensinamentos que o estudante traz durante a vida acerca da origem e da evolução do Universo, com o intuito de compreender sua visão antes e depois das aulas.

Portanto, visto essa análise, contamos com a possibilidade de facilitar o ensino do tema na disciplina de Física usando a metodologia CTSA, para que seja desenvolvido o letramento científico que cabe a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias promoverem por meio do ensino articulado entre essas áreas, a inserção de temas que fogem do habitual. Assim como Freire (1996) diz que somos seres inacabados, o ensino também deve ser tratado como inacabado, sempre em construção e que os estudantes possam estar sempre ativos nesse processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, p. 1-13, 2001.

BERNADELLI, Rodrigo; LEONEL, André Ary. A Alfabetização Científica e Tecnológica através do Ensino de Cosmologia: uma abordagem CTS para a Evolução do Universo. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–XII ENPEC**. Anais... Natal, RN, ABRAPEC, p. 01-09, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 14 jul. 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 14 jul. 2022.

BRASIL. Lei nº9394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e as bases da Educação nacional. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB**. 9394/1996. Disponível em [:http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf). Acesso em: 14 jul.2022.

BRASIL. Ministério da Educação: **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF. 2000. Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2022.

COSTA, B. L.; POLATI, F.; ALLEN, M. P. Uma proposta de discussão de controvérsias históricas e epistemológicas acerca da evolução estelar para o ensino médio. **Atas do V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia**, Londrina. Atas. 2018.

DAMASIO, Felipe. O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, 2011.

DOS SANTOS LIMA JR, José Gidauto et al. Uma reflexão sobre o ensino de Astronomia na perspectiva da Base Nacional Comum Curricular. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

FERREIRA, O. R.; VOELZKE, M. R. CTS-Astro: Astronomia no enfoque da Ciência, Tecnologia e Sociedade e análises sobre o Ano Internacional da Astronomia 2009-Brasil. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 243-259, 2012.

FILHO, Inacio Quirino. RPG para ensinar Evolução Estelar. 2018. 4f. VIII Seminário de Iniciação Científica do Litoral Norte, Conferências IFSP Campus Caraguatatuba, Caraguatatuba, **2018**.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, p. 259-272, 2003.

GOMES, Ederson Carlos; BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polonia Altoé. O estudo das ondas eletromagnéticas a partir do enfoque CTS: uma possibilidade para o ensino de física no ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 109-125, 2017.

GUIZZO, Marcos Antonio. **Star's rescuers: um jogo de tabuleiro colaborativo para o ensino da evolução estelar**. 2009.135f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021.

LONGHINI, Marcos Daniel; DE DEUS MENEZES, Leonardo Donizette. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: algumas situações problemas propostas a partir do software Stellarium. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 433-448, 2010.

MATTHEWS, Michael S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOEHLECKE, Sabrina. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. **Revista brasileira de educação**, v. 17, p. 39-58, 2012.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira de; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 447-454, 2007.

PICAZZIO, Enos. O céu que nos envolve: Introdução à Astronomia para educadores e iniciantes. São Paulo: Odisseus, p. 191- 199, 2011.

RESQUETTI, Silvia Oliveira. **Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento cts**. 2013. 281f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

RODRIGUES, Renato da Silva Rosa. **Formação e evolução estelar como uma proposta de contextualização para o ensino de Termodinâmica no Ensino Médio.** 2016. 127f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017.

SABINO, Ana Claudia et al. A utilização do software Maxima no ensino por investigação da evolução estelar utilizando simulação gráfica da fusão nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019.

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.

SILVA, André Bastos da. **Evolução estelar no ensino de Ciências.** 2017. 107f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Programa de Pós- Graduação em Astronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Santana, 2017.

SILVA, MONICA RIBEIRO DA. A BNCC da reforma do ensino médio: o resgate de um empoeirado discurso. **Educação em revista**, v. 34, 2018.

VIANNA, Deise Miranda; BERNARDO, José Roberto da Rocha. Temas para o ensino de física com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Rio de Janeiro: Bookmakers**, 2012.

5. APÊNDICE A - Avaliação dos conhecimentos após a aula 8

1. Qual a sua explicação para a origem do Universo?
2. Qual a sua explicação para os fenômenos do dia e da noite?
3. Desenhe a posição da Terra, do Sol e da Lua e como se movem.
4. Qual a relação da Teoria do Big Bang com a noite escura?
5. Explique com suas palavras como é o processo de formação das estrelas e quais reações ocorrem.
6. O que é uma estrela?
7. Qual o formato de uma estrela? desenhe.
8. Todas as estrelas são iguais? Se não, quais as diferenças entre elas?
9. Como nasce uma estrela?
10. Uma estrela morre? Se sim, o que determina o seu tempo de vida?
11. Qual a estrela mais próxima da Terra?