

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
CÂMPUS BENTO GONÇALVES

TÓPICOS DE ASTROFÍSICA: A FORMAÇÃO E A EVOLUÇÃO
ESTELAR PARA PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO
MÉDIO

MARINA DAL PONTE

Bento Gonçalves, Novembro de 2013

MARINA DAL PONTE

TÓPICOS DE ASTROFÍSICA: A FORMAÇÃO E A EVOLUÇÃO
ESTELAR PARA PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO
MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para aprovação no componente curricular Prática de Ensino de Física IV.

Orientador: Prof. Me. Mauricio Henrique de Andrade

Coorientadora: Prof. Me. Camila Riegel Debom

Bento Gonçalves, Novembro de 2013

MARINA DAL PONTE

TÓPICOS DE ASTROFÍSICA: A FORMAÇÃO E A EVOLUÇÃO
ESTELAR PARA PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO
MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para aprovação no componente curricular Prática de Ensino de Física IV.

Orientador: Prof. Me. Mauricio Henrique de Andrade

Coorientadora: Prof. Me. Camila Riegel Debom

Aprovada em _____, _____.

Prof. Me. Mauricio Henrique de Andrade - Orientador

Prof. Me. Camila Riegel Debom - Coorientadora

Prof. Me. Camila Riegel Debom - Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Câmpus Bento Gonçalves

Prof. Dr. Alexandre José Bühler - Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Câmpus Feliz

Prof. Me. Jader da Silva Neto - Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Câmpus Bento Gonçalves

Dedico este trabalho a todos que, assim como eu, ficam perplexos e maravilhados quando olham para o céu noturno. O Universo é dotado de uma beleza imensurável, que é capaz de trazer lágrimas ao rosto quando observado com paixão e atenção.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Mauricio pelo apoio e ajuda na construção e efetivação deste trabalho. Agradeço também pela paciência, por compartilhar o seu conhecimento e ideias importantes para este trabalho.

Agradeço à minha coorientadora Camila pela ajuda fundamental para a consolidação deste trabalho. Agradeço por chegar no momento certo, por sempre estar disposta a ajudar e por engrandecer este trabalho.

Agradeço aos meus pais, Santo e Zanaide e aos meus irmãos, Evelise e Fabio, pelo apoio e incentivo aos estudos. Agradeço por me ensinarem, desde cedo, que o esforço era a chave para conquistar o que se quisesse na vida. Sempre lembrarei do apoio nas escolhas que fiz. Admiro a todos vocês pelos conselhos e carinho que me dedicaram ao longo da vida.

Agradeço ao meu namorado Joel por aprender sobre teorias de aprendizagem e formação e evolução estelar para ajudar na escrita deste trabalho. Não posso deixar de mencionar os poderes sobrenaturais de pesquisa e de organização de ideias que possui. Muito obrigado por ter me acalmado nos momentos de preocupação e pela força para a conclusão deste trabalho. Agradeço por todos os incontáveis momentos felizes que tivemos juntos e os que ainda estão por vir.

Agradeço à minha colega e sempre companheira Tamara. Obrigada pela amizade, ajuda e dedicação. Agradeço pelos momentos felizes, todas as preocupações e conhecimentos compartilhados ao longo da graduação.

Agradeço às amigas que tive o prazer de encontrar nesta vida: Gabrielly e Fernanda. São pessoas incríveis às quais devo grandes e agradáveis momentos da minha vida. Muito obrigada pela ajuda, apoio e carinho em momentos alegres e outros não tão alegres assim. Agradeço por sempre insistirem na minha companhia, mesmo quando estávamos atarefadas demais.

Agradeço aos colegas de trabalho Andréa, Sirlei, Maria Isabel, Marina, Vera e Juli pela compreensão, incentivo e pelo apoio.

"Sometimes there's so much beauty in the world I feel like I can't take it...

and my heart is going to cave in."

- American Beauty (1999)

RESUMO

Este trabalho contempla o desenvolvimento de um material potencialmente significativo para professores de Ensino Médio sobre a formação e a evolução estelar. Como previsto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+), tópicos de Astrofísica devem ser inseridos no Ensino Médio. Ainda, segundo alguns autores apresentados na revisão de literatura, a Astrofísica é um tema motivador e interdisciplinar que pode tornar as aulas de Física, por exemplo, mais dinâmicas e atrativas aos alunos. Também, alguns autores apontam a escassez de materiais que abordem temas da Astronomia de forma simples e sem erros conceituais. De forma a permitir que professores aprendam conteúdos de Astronomia de um modo que os possibilite levar discussões sobre formação e evolução estelar para dentro da sala de aula, surge a necessidade de produção de materiais como o desenvolvido neste trabalho. O texto de apoio em questão foi concebido para enfatizar discussões qualitativas e conceituais sobre os tópicos selecionados dentro da Astrofísica. No texto de apoio o professor encontrará, inicialmente, uma discussão sobre o que é uma estrela e quais são as suas propriedades físicas. No restante dos capítulos, abordam-se como se dá o nascimento de uma estrela e a sua evolução até a sua morte. Os conteúdos abordados no texto de apoio também foram pensados para interagir com as concepções alternativas de professores. São apresentadas também, sugestões de inserção dos tópicos contidos no texto de apoio em disciplinas do Ensino Médio, mais especificamente na Física. Ainda, é apresentada uma sugestão de atividade sobre os tópicos contidos no texto de apoio para o professor desenvolver com seus alunos. Através de todo este panorama, acredita-se que este material potencialmente significativo poderá auxiliar professores que estejam interessados em abordar tópicos de Astrofísica dentro da sala de aula e promover discussões instigantes e motivadoras para alunos do Ensino Médio.

Palavras-chave: Astrofísica, formação e evolução estelar, ensino de Astronomia, material potencialmente significativo, concepções alternativas.

ABSTRACT

This work includes the development of a potentially meaningful material about formation and stellar evolution for teachers of high school. As predicted by the National Curriculum Parameters for High School Education (PCN+), Astrophysics topics should be included in high school. According to some authors presented in the literature review, Astrophysics is a motivator and interdisciplinary theme that can make Physics classes, for example, more dynamic attractive to students. Also, some authors have pointed out the scarcity of astronomical themes materials simple and without conceptual errors. In order to enable teachers to learn Astronomy in a way that enables them to lead discussions about star formation and evolution into the classroom, it is necessary to produce materials like the one developed in this work. The text in question was designed to emphasize conceptual and qualitative discussions on selected topics of Astrophysics. In the text, the teacher find an initial discussion about what a star is and what their physical properties are. In the remaining chapters, we discuss the birth of a star and its evolution until death. The content in the material was also thought to interact with alternative conceptions that teachers may have. It is also presented suggestions for inclusion of the topics contained in the text in subjects of high school, specifically Physics. It is presented a suggestion of an activity for teachers doing with their students about the topics contained in the text. Through this entire panorama, it is believed that potentially meaningful material may assist teachers who are interested in discuss Astrophysics topics into the classroom to excite and motivate high school students.

Keywords: Astrophysics, star formation and evolution, Astronomy teaching, potentially meaningful material, alternative conceptions.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.....	12
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 A DEFICIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA E AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS PROFESSORES.....	15
3.2 ERROS CONTIDOS EM LIVROS E MATERIAIS DIDÁTICOS	19
3.3 ASTRONOMIA COMO TEMA MOTIVADOR E INTERDISCIPLINAR.....	21
3.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	21
4 APRESENTAÇÃO DO MATERIAL DESENVOLVIDO.....	23
4.1 SELEÇÃO DO CONTEÚDO	24
4.2 SOBRE O TEXTO DE APOIO.....	24
4.2.1 Estrelas e suas propriedades.....	25
4.2.2 Formação e Evolução Estelar	26
4.3 INTERDISCIPLINARIDADE	27
4.4 SUGESTÃO DE ATIVIDADE	29
5 CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
APÊNDICES	34
APÊNDICE A	35

1 INTRODUÇÃO

Os PCN+ (Brasil, 2002) preveem a inserção de tópicos de Astrofísica no Ensino Médio e alguns autores reconhecem que este é um tema interdisciplinar, que é capaz de interessar e instigar alunos. No entanto, constata-se que a formação dos professores é deficitária no que diz respeito à Astronomia, o que faz com que os docentes trabalhem estes conceitos em sala, a partir de suas concepções alternativas sobre o assunto (*e.g.* Langui & Nardi, 2005, Dias & Rita, 2008, Langui & Nardi, 2010, Langui, 2011). Também, por conta da insegurança do professor em relação a esses conteúdos, o estudo de tópicos de Astrofísica pode ser suprimido na sala de aula. O resultado deste cenário é que os alunos saem do Ensino Médio sem o conhecimento científico sobre temas que envolvam Astronomia.

Diante deste quadro, surge a necessidade de se produzir materiais que sirvam de âncora para que professores sejam capazes de introduzir o estudo desses tópicos em sala de aula. Assim, o objetivo deste trabalho é responder, em parte, a esta demanda com o desenvolvimento de um material potencialmente significativo sobre tópicos de formação e evolução estelar para professores do Ensino Médio.

O desenvolvimento deste trabalho foi fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que estabelece as condições para que um material seja considerado potencialmente significativo. Para elaborar um material desta natureza, de acordo com a teoria, foi necessário realizar uma pesquisa bibliográfica para identificar e analisar as concepções alternativas que os professores do Ensino Médio possuem sobre Astrofísica. A revisão bibliográfica também permitiu estabelecer um quadro do ensino de Astronomia no Ensino Médio, envolvendo desde a previsão deste tema nos PCNs (Brasil, 1999, 2002), à constatação da existência de erros em livros didáticos, passando pela identificação de problemas encontrados na formação dos professores de Ensino Médio.

Como resultado deste trabalho, elaborou-se um texto de apoio ao professor de Física do Ensino Médio. O texto elaborado é um material potencialmente significativo que busca sanar as lacunas da formação do professor e desmistificar possíveis concepções alternativas

e, principalmente, motivar o professor de Física a inserir tópicos de Astrofísica em sala de aula, proporcionando aos alunos o contato com a Astronomia, muitas vezes impossibilitado na educação formal.

No Capítulo 2, discute-se a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. O Capítulo 3 apresenta a revisão da literatura onde apontam-se as concepções alternativas de professores sobre Astrofísica encontradas, erros contidos em materiais e livros didáticos e a Astronomia como tema motivador e interdisciplinar. A partir das discussões dos Capítulos 2 e 3, elaborou-se um texto de apoio ao professor de Física do Ensino Médio. No Capítulo 4, o material desenvolvido é apresentado, levando em consideração o que o material abarca e o seu processo de construção. Também, é discutido neste capítulo, como as concepções alternativas de professores discutidas na literatura foram abordadas no material, a interdisciplinaridade dos tópicos abordados no texto com conteúdos programáticos das escolas e a sugestão de atividade proposta no texto de apoio. No último capítulo encontram-se as considerações finais, onde relatam-se as dificuldades encontradas na construção deste texto, a motivação da escrita, os trabalhos futuros e como este trabalho serviu para o crescimento acadêmico da autora.

2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

De forma geral, a teoria de Ausubel (1968, 2000) se refere à aprendizagem cognitiva. A aprendizagem cognitiva é resultado do armazenamento organizado de informações na mente de quem aprende. De acordo com Moreira (2011), este complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva, que é compreendida como uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo.

A estrutura de conhecimento específico, com a qual a nova informação interage durante a aprendizagem, é chamada por Ausubel de conceito *subsunçor* (*ibid*). Os subsunçores podem ser compreendidos como conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo que "ancoram" um novo conceito a ser aprendido. Eles podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, ou limitados e pouco desenvolvidos, de acordo com as experiências e vivências de cada sujeito. É importante salientar que quando a nova informação interage com os subsunçores, durante a aprendizagem significativa, ambos podem modificar-se mutuamente na chamada aprendizagem combinatória.

Moreira (2002) destaca que, para Ausubel, o que mais influencia na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, seus conhecimentos prévios. De acordo com a teoria de Ausubel, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio de maneira não literal e não arbitrária. É devido a esta interação que o novo conhecimento adquire significados e o conhecimento prévio se modifica ou ganha novos significados. No entanto, é importante salientar que tal interação, diferentemente da aprendizagem memorística, não é arbitrária, ou seja, o novo conhecimento só adquire significados pela interação com conhecimentos prévios especificamente relevantes.

A aprendizagem significativa contrasta com o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica (ou automática), isto é, a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Neste tipo de aprendizagem, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária sem interagir com a informação já armazenada. Para Ausubel, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica podem se complementar, pois a segunda pode levar à primeira. Muitas vezes um

sujeito pode aprender determinado assunto mecanicamente e só mais tarde perceber que esse aprendizado se relaciona com algum conhecimento anterior que já é existente em sua estrutura cognitiva. Com o passar do tempo, esses conhecimentos ficam mais complexos e poderão ser capazes de servir de âncora para novos conhecimentos, levando-nos à conclusão de que quem sabe mais, aprende mais e que a ausência de subsunçores adequados é uma questão a ser abordada pelo professor em sala de aula.

Ausubel ainda recomenda o uso de *organizadores prévios* que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente (Moreira, 2011). A principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o conteúdo possa ser aprendido de forma significativa. Os organizadores prévios são materiais introdutórios geralmente apresentados antes do material de aprendizagem em si. Portanto, o uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2002), existem duas condições que devem ser satisfeitas para a ocorrência da aprendizagem significativa. A primeira condição é a de que o material a ser aprendido esteja relacionado à estrutura cognitiva do aprendiz. Um material com esse tipo de característica é chamado de *material potencialmente significativo*. Para um material ser potencialmente significativo, o indivíduo que o irá utilizar deve ter disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados, ou seja, ele deve ser compreensível ao aprendiz e deve ser relacionável com o conhecimento que ele possui. A segunda condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de forma não arbitrária e não literal este novo material potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva. Deste modo, é importante notar que mesmo que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como o seu produto serão mecânicos. Também, mesmo que o aprendiz manifeste esta disposição a aprender, nem o processo e nem o produto da aprendizagem serão significativos se o material não for potencialmente significativo. É importante salientar que o material potencialmente significativo é sempre voltado para um grupo restrito de indivíduos que possuem os subsunçores necessários para que o material seja compreensível.

Segundo Ausubel, os indícios da ocorrência da aprendizagem significativa são obtidos quando o estudante consegue desenvolver e transferir os assuntos trabalhados a novas situações. Esse processo de aquisição e organização de novos conhecimentos na estrutura cognitiva de um estudante, Ausubel chamou de *assimilação*. Assim, uma nova informação significativa é relacionada e assimilada a um conceito subsunçor preexistente na estrutura cognitiva do estudante. O resultado é um subsunçor modificado.

Segundo Moreira (2011), há três tipos de aprendizagem significativa: subordinada, superordenada e combinatória. Na aprendizagem subordinada, a nova informação adquire significado por meio da interação com subsunçores, refletindo uma relação de subordinação do novo material em relação à estrutura cognitiva preexistente. Na aprendizagem superordenada, um conceito ou proposição potencialmente significativo, mais geral e inclusivo do que ideias e conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva é adquirido e passa a assimilá-los. Já a aprendizagem combinatória é a aprendizagem de proposições e de conceitos que não guardam uma relação de subordinação ou superordenação com proposições ou conceitos específicos e sim, com um conteúdo mais amplo existente na estrutura cognitiva. Desta forma, a nova proposição não pode ser assimilada por outras já estabelecidas na estrutura cognitiva e nem é capaz de assimilá-las.

De acordo com Andrade (2012), para o planejamento de uma aula de determinado conteúdo a teoria de Ausubel prevê a necessidade de se realizar uma investigação daquilo que o aluno já sabe a respeito do assunto que vai ser abordado. Estar a par dos conhecimentos prévios dos alunos facilita o planejamento da aula, pois permite que o professor trabalhe o conteúdo em sala de uma forma hierárquica, sanando os erros conceituais através da apresentação dos conceitos corretos, mas também reforçando aqueles conceitos verdadeiros que já estão consolidados na estrutura cognitiva dos alunos.

A proposta do presente trabalho envolve o desenvolvimento de um material potencialmente significativo sobre formação e evolução estelar para professores de Ensino Médio. Uma vez que para Ausubel o material potencialmente significativo deve ser relacionável de modo não arbitrário e não literal com a estrutura cognitiva do aprendiz, o material aqui proposto foi desenvolvido com base nos conhecimentos prévios e alternativos que os professores possuem sobre o conteúdo do material. Estes conhecimentos prévios e alternativos foram identificados na literatura e serão apresentados no Capítulo 3.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão da literatura contemplou as principais revistas nacionais de Ensino de Física, dos anos de 2000 até 2013. Os trabalhos selecionados nesta breve revisão estão relacionados ao Ensino de Astronomia no Brasil, sendo a sua maioria relacionada às concepções alternativas de professores e alunos sobre estrelas, formação inicial e continuada de professores, os PCNs (Brasil, 1999, 2002), erros em livros didáticos e Astronomia como tema motivador e interdisciplinar. As revistas que compõem esta pesquisa são: *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)*, *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, *Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)* e *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA)*.

A seguir, discutem-se os principais trabalhos selecionados nesta revisão. Estes trabalhos podem ser divididos nas seguintes categorias: os que discutem as dificuldades na formação docente e as concepções alternativas, os que apontam erros em livros e demais materiais didáticos e os que exploram a Astronomia como conteúdo motivador e interdisciplinar. Ao final, consta uma breve reflexão sobre os conhecimentos construídos nesta revisão, sob a perspectiva dos objetivos deste trabalho.

3.1 A DEFICIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA E AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS PROFESSORES

Inicialmente, é importante discutir a noção de concepção alternativa. Neste trabalho as concepções alternativas são tratadas como elementos presentes na estrutura cognitiva dos professores. Segundo Teodoro (2000 *apud* Langui, 2011), outros termos encontrados na literatura para representar concepções alternativas são: concepções espontâneas, conceitos intuitivos, ideias ingênuas, concepções prévias e pré-conceitos. De acordo com Silveira *et al.*

(1986), uma concepção espontânea ou intuitiva é uma concepção não científica, ou seja, que não compartilha do significado atribuído pela comunidade científica. Embora não haja consenso sobre a terminologia, essas concepções são formadas a partir de encontros do indivíduo com fenômenos no cotidiano. Tais concepções são ideias que podem ter origem na vivência social, na experiência cotidiana e em situações formais de ensino, sendo sempre resistentes a modificações e, podendo, inclusive, persistir e coexistir com concepções científicas na estrutura cognitiva do indivíduo. Alguns autores, no entanto, defendem que as concepções alternativas podem ser inatas (Preece, 1984).

No trabalho de Langui & Nardi (2005), os autores discutem as concepções alternativas de alunos e professores sobre fenômenos astronômicos, erros conceituais em livros didáticos e sugestões de conteúdos de Astronomia contidos nos PCNs. Para os autores, mesmo antes de iniciar sua formação, algumas concepções alternativas sobre os fenômenos astronômicos estão arraigadas no docente e podem ter tido sua origem na própria educação que recebeu quando era criança. Mesmo durante sua formação inicial, essas concepções persistem, em parte pelo resultado de um curso de graduação falho ou isento de conteúdos em Ensino de Astronomia. Conforme Langui (2004 *apud* Langui & Nardi, 2005), muitos professores só reveem o tema quando iniciam a carreira no magistério, tendo que confiar nos duvidosos tópicos astronômicos contidos em livros didáticos. Ainda, professores podem buscar outras fontes de consulta, como notícias da mídia, sites da internet, publicações com vocabulário inadequado ou outros colegas de trabalho, que também podem possuir concepções alternativas. Assim, para romper este ciclo, os autores acreditam que a inserção da Astronomia deveria ocorrer na formação inicial ou continuada de professores.

Dias & Rita (2008), também salientam que, segundo os PCN, uma das propostas de conteúdos a serem abordados nas aulas diz respeito à Astrofísica. Porém, segundo os autores, grande parcela dos alunos sai do Ensino Médio sem nenhum conhecimento sobre Astronomia. Mesmo sendo um conteúdo altamente interdisciplinar, estes tópicos não são abordados, principalmente devido ao desconhecimento que professores têm a respeito do tema Astronomia.

Segundo Langui & Nardi (2010), as pesquisas apontam que os conteúdos relacionados à Astronomia não estão sendo trabalhados de maneira adequada na escola e nem mesmo em cursos de formação inicial de professores. Poucos cursos superiores no Brasil se dedicam ao ensino de conteúdos que englobem o ensino de Astronomia, o que provoca uma existência de

falhas ligadas aos saberes docentes no que diz respeito à Astronomia. Assim, caso o professor não domine esses saberes, devido principalmente a lacunas que surgem durante sua formação inicial, é preocupante imaginá-lo trabalhando em sala de aula com concepções elaboradas a partir de fontes de consulta nem sempre seguras ou através de sua própria experiência advinda dos anos do Ensino Fundamental, enquanto era aluno. Além disso, o despreparo do professor pode proporcionar o reforço de concepções alternativas sobre os fenômenos astronômicos, acarretando em sérios erros conceituais em Astronomia.

No trabalho de Iachel (2011), o autor salienta que não somente os alunos, mas também professores possuem conhecimentos prévios que interferem nas aulas. Atualmente, existem poucos trabalhos acadêmicos que analisam os conhecimentos prévios de estudantes e professores acerca das características físicas das estrelas. O que existe são trabalhos que, em geral, focam concepções alternativas de conteúdos como o Sol e a Terra e a Lua, as estações do ano, etc. Porém, essas concepções existem e estão presentes dentro da sala de aula, sendo muitas vezes incompletas ou incoerentes com o conhecimento científico. Assim, é necessário que se conheça que tipo de concepções são essas para que se possa intervir e tentar modificá-las.

Iachel (*ibid*) constatou através das respostas de um questionário aplicado a 125 alunos de Ensino Médio, que estes possuem um certo vocabulário relacionado à Astronomia, mas seus significados, por outro lado, são confusos. Também, uma das conclusões a partir da análise das respostas dos entrevistados, é que uma grande quantidade de alunos acredita que seus conhecimentos sobre as estrelas foram adquiridos na escola. Desta forma, percebe-se a necessidade de que o ensino de Astronomia seja repensado e que os professores que ministram essas aulas sejam capacitados. Se os professores estiverem cientes das concepções de seus alunos e das suas próprias concepções, há a possibilidade de transpor essa barreira para um ensino formal e adequado de Astronomia.

No trabalho de Langui (2011) há uma sugestão de que as concepções alternativas em Astronomia parecem persistir atualmente. No trabalho docente, a explicação de fenômenos de Astronomia tende a se apoiar em representações idealizadas e simplificadas, provocando nos alunos ideias prévias distantes do real conhecimento científico do fenômeno. Muitas vezes, a insegurança e a falta de conhecimento sobre o assunto podem levar o professor à total omissão no ensino de conteúdos relacionados à Astronomia. Essa insegurança pode ter origem na formação do professor. Apesar de a Astronomia fazer parte do currículo dos cursos de

licenciatura de algumas universidades, a grande maioria dos professores graduados não é capacitada para ministrar essa disciplina e, na maioria das vezes, apresentam concepções diferentes dos modelos cientificamente aceitos. De acordo com o referencial teórico analisado pelo autor, algumas das concepções alternativas dos professores sobre as estrelas são:

- O Sol é uma bola de fogo;
- O Sol é uma estrela de quinta grandeza;
- As estrelas são eternas;
- Há estrelas entre os planetas do Sistema Solar;
- Constelação é um conjunto de estrelas, próximas entre si, que formam uma figura no céu;
- As estrelas do céu são eternamente fixas;
- As estrelas possuem pontas;

Ainda segundo Langui (*ibid*), alguns professores demonstram intrínsecas concepções sobre fenômenos astronômicos, incluindo mitos e crenças, que tiveram origem em trajetórias formativas anteriores, como na própria infância e que persistem durante anos, atravessando intactas, momentos em que deveriam ter sido modificadas. Contudo, por inexistência desses momentos formativos, as concepções acompanham toda a trajetória de sua vida pessoal e profissional. Desta forma, a formação limitada em Astronomia dos docentes parece levá-los a situações de despreparo, incapacidade e insegurança ao se trabalhar com o tema, respostas insatisfatórias para os alunos, bibliografia e tempo para pesquisas reduzidas. Tentando superar essas dificuldades, os docentes buscam as mais variadas fontes de consulta para suas aulas. Dependendo da fonte consultada ou da resposta obtida, suas concepções alternativas podem ser alteradas ou reforçadas, ou ainda novas concepções poderão ser geradas. Algumas dessas concepções alternativas sobre fenômenos astronômicos podem ficar firmemente arraigadas no professor desde o tempo em que o mesmo estudava enquanto aluno, se mantendo até durante a sua atuação profissional e fazendo parte de seus saberes disciplinares, apresentando persistência mesmo nas concepções mais frequentemente estudadas.

Segundo o referencial teórico analisado por Langui (*ibid*), alguns dos principais problemas persistentes com relação à Educação em Astronomia no Brasil são:

- Deficiências na formação inicial de professores;
- Formação continuada insatisfatória;

- Pouco material bibliográfico de linguagem acessível e de fonte segura;
- Descompasso entre a proposta dos PCN e o trabalho efetivo nas escolas;
- Espetacularização excessiva da mídia e sensacionalismos sobre fenômenos astronômicos;
- Escassez de estabelecimentos dedicados à Astronomia;
- Erros conceituais em livros didáticos e outros materiais didáticos;
- Quantidade reduzida de pesquisas sobre Educação em Astronomia;
- Perda de valorização cultural e falta do hábito de olhar para o céu;
- Falta de atualizações dos professores quanto a novas descobertas e informações sobre fenômenos astronômicos que poderiam ser aproveitados nas aulas.

Darroz & Santos (2013), em contrapartida, optaram por trabalhar com o tema Astronomia em um curso de extensão oferecido para 13 estudantes concluintes do curso de formação de professores em nível médio (curso normal), pois os autores entendem que este assunto é motivador e é potencialmente capaz de permitir o estabelecimento de conexões com diferentes áreas do conhecimento físico. Segundo os autores, quando os estudantes percebiam que os conteúdos tinham alguma ligação com que o já era conhecido, desenvolviam um potencial maior para a aprendizagem. É importante também salientar que, segundo os autores, os assuntos referentes à Astronomia são apropriados e altamente motivadores para estudantes.

3.2 ERROS CONTIDOS EM LIVROS E MATERIAIS DIDÁTICOS

No trabalho de Leite & Hosoume (2007), os autores consideram o Ensino de Astronomia importante principalmente para estabelecer uma relação do aluno com o mundo físico que o rodeia. Os autores do trabalho salientam que os professores têm receio de levar Astronomia para a sala de aula, sentindo-se incapazes de suprir as expectativas tanto suas quanto de seus alunos e aqueles que se aventuram, apegam-se aos conteúdos dos livros didáticos. O livro didático, por sua vez, apresenta os conteúdos fragmentados, pouco profundos, quando não errôneos, e, ainda, insuficientes para as explicações de fenômenos astronômicos.

Langui & Nardi (2007) destacam a constante presença de erros conceituais em livros didáticos, uma vez que este recurso pedagógico é, muitas vezes, a única fonte de consulta utilizada pelo professor da educação básica para o preparo das atividades em sala de aula. Esses erros conceituais podem constituir um relevante fator na presença de concepções alternativas em professores e alunos. Os erros mais comuns encontrados nos livros analisados pelos autores dizem respeito às estações do ano, as fases da Lua, os movimentos e inclinação da Terra, as representações de constelações, estrelas entre órbitas planetárias, dimensões dos astros do Sistema Solar, número de satélites e anéis em alguns planetas, pontos cardeais, características planetárias e aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados à Astronomia. A título de exemplo, muitos livros didáticos analisados pelos autores explicavam as estações do ano como sendo consequência do afastamento e da aproximação da Terra em relação ao Sol no decorrer do ano.

Segundo Langui & Nardi (*ibid*), embora não seja possível responsabilizar apenas os livros didáticos, não se pode descartar a hipótese de que uma das principais consequências dos erros que eles contêm é a geração de inúmeras concepções alternativas, tanto em alunos como em professores, que não foram adequadamente preparados com conteúdos de Astronomia durante sua formação. Somado a isso, pesquisas realizadas indicam haver concepções alternativas de estudantes e professores em relação aos fundamentos de Astronomia, observando-se, em muito deles, extrema semelhança com os erros encontrados em livros didáticos.

Os autores salientam que o livro didático continua a apresentar os conteúdos de Astronomia de maneira fragmentada, pouco profunda e não suficiente para a explicação das muitas questões expostas pelos meios de comunicação que causam curiosidade em alunos e professores. Somado a isso, a formação deficiente em Astronomia faz com que o professor procure fontes variadas em busca de informações. Como o professor pode não ter as condições de identificar tais erros, suas concepções alternativas são reforçadas a partir de falhas em livros didáticos. Nota-se então a necessidade de inserção de tópicos de Astronomia durante a formação inicial e continuada de professores e, também, a produção de material bibliográfico sobre o tema, conforme já foi apontado por Langui & Nardi (2005).

3.3 ASTRONOMIA COMO TEMA MOTIVADOR E INTERDISCIPLINAR

No trabalho de Dias & Rita (2008), os autores argumentam que os assuntos relacionados à Astronomia chamam a atenção das pessoas em qualquer faixa etária. Também, esses conteúdos fazem parte da matriz curricular proposta pelos PCNs do Ensino Fundamental e Médio. Mesmo assim, grande parte dos estudantes deixa a escola sem conhecimento de assuntos referentes à Astronomia que são pertinentes à sua formação.

Langui & Nardi (2010), Dias & Rita (2008) e Gouveia & Pazetto (2009), apontam que a Astronomia possui um elevado caráter interdisciplinar com outras disciplinas, como por exemplo, Física, Química, Biologia, História e Geografia. Esses conteúdos de Astronomia podem propiciar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento, podendo também atuar como integradores de conhecimentos.

Faria & Voelzke (2009) apontam pesquisas (Oliveira *et al.* 2007; Scalvi *et al.* 2007) que mostram que tópicos de Astronomia despertam interesse de alunos, pois esses tópicos são capazes de aguçar a curiosidade dos estudantes. Também argumentam que a Astronomia é uma das áreas que mais atrai a atenção e desperta curiosidade dos estudantes, desde os primeiros anos escolares até sua formação nos cursos de graduação, abrangendo todas as áreas, principalmente a Física.

3.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO

De acordo com a revisão apresentada neste capítulo, notou-se que os PCNs (Brasil, 1999, 2002) preveem o Ensino de Astronomia na escola. Além disso, a Astronomia tem sido considerada por diversos autores como um tema instigante e motivador, capaz de capturar o interesse dos alunos. Alguns trabalhos enfatizam que a Astronomia tem um caráter interdisciplinar, de modo que ela pode ser ensinada e inserida em diversas disciplinas que fazem parte dos conteúdos programáticos da escola.

No entanto, os trabalhos analisados apontam que os alunos saem do Ensino Fundamental e Médio sem os conhecimentos básicos sobre o tema, ou com concepções alternativas. Isto pode ser devido, em parte, ao fato dos professores se sentirem inseguros e

incapazes de trabalhar com este tema pela sua formação insuficiente, o que ocasiona o tratamento inadequado, ou mesmo a omissão de tópicos de Astronomia em sala de aula.

Alguns dos trabalhos analisados sugerem que esta insegurança e despreparo dos professores se devem a falhas na sua formação inicial ou continuada. Somado a isso, os livros e materiais didáticos utilizados pelos professores contêm erros, ou tratamento inadequado dos conteúdos. Além disso, o docente pode procurar materiais em fontes não seguras. Como resultado, este cenário favorece o reforço das concepções alternativas dos professores, que por sua vez, apresentam aos seus alunos essas concepções como se fossem conhecimento científico genuíno. Adicionalmente, nos trabalhos analisados, identificou-se também a existência de concepções alternativas de professores que divergem muito das noções cientificamente aceitas, em relação ao conhecimento sobre estrelas. A identificação dessas concepções é de fundamental importância para o desenvolvimento de materiais potencialmente significativos.

O quadro delineado pela discussão deste capítulo sustenta a necessidade de um material que contemple o conteúdo de Astronomia, de tal modo que possa servir de apoio complementar para professores de Ensino Médio. O presente trabalho busca suprir esta necessidade, propondo um material potencialmente significativo que auxilie o professor do Ensino Médio a tratar de conteúdos de Astronomia dentro da sala de aula haja vista o que retrata a presente revisão bibliográfica. Este material trata da formação e evolução estelar, um tema específico de Astronomia, buscando considerar as concepções alternativas dos professores ao trabalhar com os conteúdos.

4 APRESENTAÇÃO DO MATERIAL DESENVOLVIDO

Neste trabalho foi desenvolvido um material, que se encontra no Apêndice A, sobre formação e evolução estelar voltado a apoiar professores de Ensino Médio na inserção desses conteúdos em sala de aula. O desenvolvimento desse material é um esforço justificado, uma vez que os conteúdos abordados no texto são previstos pelo PCN+ (Brasil, 2002) e diversos autores (*e.g.* Dias & Rita, 2008, Langui & Nardi, 2010, Gouveia & Pazetto, 2009 e Oliveira *et al.*, 2007, Scalvi *et al.*, 2007 *apud* Faria & Voelzke, 2009) salientam que o Ensino de Astronomia é altamente motivador e interdisciplinar. Alguns autores (*e.g.* Leite & Hosoume, 2007 e Langui & Nardi, 2007) também apontam que existe uma carência em materiais e livros didáticos que abordem a Astronomia.

O material proposto foi concebido como um material potencialmente significativo, delineado a partir das ideias presentes na teoria de David Ausubel, tendo como intuito promover a aprendizagem significativa dos conteúdos em questão. Para isso, foi realizada a revisão da literatura com o objetivo de identificar as concepções alternativas dos professores sobre as estrelas. As concepções identificadas na literatura nortearam a construção das discussões presentes no material.

O material desenvolvido neste trabalho procura complementar a formação dos professores e, assim como o trabalho de Darroz & Santos (2013), privilegiou-se os aspectos qualitativos com ênfase conceitual nos tópicos abordados. Neste sentido, houve o intuito de abordar os conteúdos de forma simples, clara e com linguagem acessível para que as novas informações ali presentes fossem facilmente relacionadas aos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos professores.

A seguir, será discutida a metodologia que foi utilizada para selecionar os tópicos de discussão que fazem parte do material elaborado. Além disso, também será apresentado, os conteúdos que o professor encontrará no material. Será também discutido como as concepções alternativas dos professores sobre estrelas, encontradas na literatura, foram abordadas no texto de apoio. Ainda, será exposto como alguns tópicos contidos no material poderão ser

apresentados pelos professores em suas aulas, dependendo do assunto do currículo que ele estiver desenvolvendo. Finalmente, é abordada a sugestão de atividade contida no texto de apoio para o professor trabalhar em sala de aula.

4.1 SELEÇÃO DO CONTEÚDO

A seleção do referencial teórico da área de Astrofísica, para a construção do texto de apoio, envolveu analisar brevemente a bibliografia que aborda este tema. A partir dos materiais selecionados nesta análise inicial, foram priorizados materiais com conteúdos já consolidados da área. Cabe ressaltar que nos tópicos abordados no texto de apoio não há menção ao estado da arte, embora ainda haja muitos estudos recentes sobre os tópicos abordados no material.

A seleção dos conteúdos contidos no texto de apoio foi realizada de acordo com o que livros da área de Astrofísica priorizam na hierarquia com que apresentam os tópicos. Assim, inicialmente, procurou-se identificar e caracterizar o que é uma estrela e quais são as suas propriedades físicas, como: estrutura, magnitude, temperatura, espectros estelares e fusão termonuclear. Em seguida, abordaram-se os tópicos que são a proposta deste trabalho - formação e evolução estelar. Optou-se por hierarquizar o material desta forma por acreditar que é um meio eficaz de abordar o conteúdo, respeitando as particularidades do corpo de conhecimentos tratado.

4.2 SOBRE O TEXTO DE APOIO

O professor que utilizar o texto de apoio encontrará, inicialmente, uma discussão sobre o que é uma estrela e quais são as suas principais propriedades físicas, seguido da apresentação e discussão de uma ferramenta muito importante para o estudo da evolução estelar - o diagrama Hertzsprung-Russell (HR), através do qual é possível analisar a evolução de diferentes tipos de estrelas, desde seu nascimento até a sua "morte". Após, discute-se a formação e evolução estelar, abarcando os seguintes conteúdos: a formação ou "nascimento"

de estrelas, o período de "vida" na sequência principal, os estágios após a sequência principal e, finalmente, a fase final ou "morte" das estrelas. Conforme já mencionamos, todos os conteúdos presentes no material são abordados com ênfase em aspectos qualitativos e conceituais.

Ao longo do texto de apoio são sugeridas leituras complementares, vídeos, simulações e animações para que o leitor possa ampliar o entendimento dos tópicos abordados durante o texto e, de certa forma, tornar o material dinâmico. Todos esses materiais para consulta e aprofundamento de conhecimentos encontram-se disponíveis em *hiperlinks*. Desta forma, o professor poderá ter acesso imediato a esses materiais complementares. Caso o professor não tenha acesso à Internet, os endereços completos dos materiais complementares estão disponíveis nas referências bibliográficas do texto de apoio.

Ainda, é importante ressaltar que alguns tópicos do material requerem um entendimento sobre determinados tópicos da Física Moderna. Assim, também torna-se necessário a inserção de discussões sobre a Física Moderna nas aulas. Essas discussões são muito importantes, uma vez que diversos trabalhos (*e.g.* Pereira & Ostermann, 2009, Brockington & Pietrocola, 2005, Cavalcante & Tavolaro, 2001, Ostermann & Moreira, 2001, Ostermann & Moreira, 2000, Cavalcante & Benedetto, 1999, Pinto & Zanetic, 1999) sugerem que a Física Moderna deve ser abordada no Ensino Médio. No tocante a esse ponto, especialmente o caráter motivador e interdisciplinar da Astronomia tomam importância.

A seguir, serão abordados em detalhes os conteúdos apresentados no texto de apoio. O objetivo desta apresentação é discutir as decisões tomadas em relação à construção e organização desses conteúdos, enfatizando os conhecimentos alternativos dos professores que foram encontrados na literatura.

4.2.1 Estrelas e suas propriedades

No Capítulo 1 do texto de apoio, procurou-se abordar e caracterizar, de forma geral, o que é uma estrela. Assim, inicialmente, discutiram-se como é a estrutura de uma estrela, a magnitude aparente e absoluta, a temperatura, os espectros estelares e a fusão termonuclear. Como a luz assume um papel muito importante dentro da Astrofísica, aborda-se de maneira sucinta e simplificada o conceito de luz, garantindo o entendimento de conceitos subjacentes

como a própria noção de espectro ou de cor. Todos os tópicos referentes às propriedades das estrelas são detalhados ao longo deste capítulo inicial do texto de apoio. A ênfase é em discussões qualitativas e conceituais.

O objetivo deste capítulo inicial é introduzir o conceito de estrela, para posteriormente estudar e entender como é o seu ciclo de vida. Adicionalmente, na revisão da literatura identificaram-se concepções alternativas que poderiam ser tratadas ao longo desta discussão inicial.

Uma das concepções alternativas de professores é a de que uma estrela possui pontas. Neste sentido, procurou-se salientar que estrelas são objetos esféricos, constituídas predominantemente de gás hidrogênio durante a maior parte de suas vidas. Outra concepção é a de que o Sol é uma bola de fogo, quando na verdade, assim como todas as outras estrelas, o Sol é uma espécie de "usina termonuclear" que transforma elementos mais simples em outros mais pesados, como por exemplo, o Hidrogênio em Hélio. A concepção de que o Sol é uma estrela de quinta grandeza, foi apresentada na discussão sobre magnitudes absolutas. O fator que influencia esse tipo de concepção é o fato de o Sol ter magnitude absoluta de aproximadamente +5, que foi discutido no texto de apoio.

Outras concepções encontradas são: i) há estrelas entre os planetas do Sistema Solar; ii) uma constelação é um conjunto de estrelas próximas entre si e que formam uma figura no céu. Diante disso, procurou-se salientar no texto de apoio que as estrelas são objetos distantes entre si e que mesmo o Sistema Solar, que é imenso para a percepção humana, só possui uma estrela próxima da Terra, que é o Sol.

4.2.2 Formação e Evolução Estelar

Os demais capítulos do texto de apoio podem ser abarcados aqui. No Capítulo 2 é discutido como o diagrama HR é uma ferramenta de extrema importância para o entendimento da evolução de uma estrela. Já ao longo dos Capítulos 3 a 6 é descrito o ciclo de vida de uma estrela.

Nestes capítulos são apresentadas discussões que abordam o nascimento de uma estrela, seguida da discussão de que ela permanece boa parte de sua vida na sequência

principal, transformando Hidrogênio em Hélio. Em seguida, abordam-se os estágios de uma estrela até ela transformar-se em uma gigante ou supergigante. Por fim, discute-se como é a "morte" de uma estrela.

Uma concepção alternativa dos professores encontrada é a de as estrelas são objetos eternos. Através da discussão contida nesses capítulos do texto de apoio, propõe-se uma visão de estrela como um objeto dinâmico e não um objeto eterno. Desta forma, destaca-se que em algum momento sua existência tem início e posteriormente passa por um processo evolutivo até atingir sua morte.

4.3 INTERDISCIPLINARIDADE

Como já mencionado anteriormente, em alguns trabalhos encontrados na revisão da literatura (*e.g.* Langui & Nardi, 2010, Dias & Rita, 2008, Gouveia & Pazetto, 2009 e Oliveira *et al.*, 2007, Scalvi *et al.*, 2007 *apud* Faria & Voelzke, 2009), salienta-se que a Astronomia é um assunto altamente motivador e interdisciplinar, podendo ser discutida e inserida nas disciplinas da grade curricular do Ensino Médio, como por exemplo, Física, Química, etc.

Com base nestas afirmações, assume-se que os conteúdos tratados no texto de apoio podem ser ensinados dentro de alguns dos conteúdos programáticos da escola e, portanto, independentemente da existência de um tópico específico de Astronomia no currículo escolar. Desta forma, o professor não estará deixando de seguir o plano de ensino da escola para abordar, isoladamente, os tópicos contidos no texto de apoio, pois eles podem ser facilmente contemplados nas aulas previstas nos currículos de Ensino Médio.

A seguir, abordam-se sugestões para a aplicação do texto de apoio em alguns assuntos relacionados à Física e Química. Novamente, cabe salientar que os conteúdos abordados no texto de apoio podem ser inseridos em outras áreas do conhecimento, mas neste trabalho enfatiza-se a disciplina de Física.

Algumas propostas para a discussão do texto de apoio na disciplina de Física são:

- No estudo das unidades de medida é possível abordar unidades astronômicas, visto que a Astronomia utiliza escalas de tempo, distância e energia que chamam a atenção

por serem incompatíveis com a experiência cotidiana, como por exemplo, o ano-luz e o parsec;

- No estudo dos movimentos dos corpos, é possível abordar a velocidade da luz e das outras ondas eletromagnéticas pelo espaço e enfatizar que são as radiações emitidas pelos corpos celestes, como por exemplo, a das estrelas, que nos trazem informações sobre a evolução estelar. Também, pode-se discutir a velocidade com a qual o material ejetado das supernovas e das nebulosas planetárias se desloca pelo espaço;
- No estudo da gravidade, abordar que a formação de estrelas se dá por um colapso gravitacional dentro de nuvens de gás;
- Exemplificar o período, frequência e momento angular com o estudo dos pulsares e buracos negros;
- No estudo da hidrostática, é possível mostrar que para uma estrela se formar ela precisa atingir o equilíbrio hidrostático (relação entre o colapso gravitacional e pressão interna);
- No estudo de densidade, as anãs brancas e os pulsares podem ser utilizados para exemplificar este conceito;
- No estudo da termodinâmica, a termometria poderia ser desenvolvida considerando alguns exemplos de temperatura superficial e do núcleo das estrelas. Também, a sua importância para que ocorram as reações nucleares geradoras da energia liberada pelas estrelas;
- Abordar a relação que a temperatura da superfície tem com a cor das estrelas (conceito de corpo negro) e na propagação do calor. Uma outra possibilidade seria enfatizar o transporte de energia dentro de uma estrela (por convecção e radiação) e pelo espaço (vácuo), por radiação;
- Se o professor introduzir o conceito de temperatura e de luminosidade em aulas de termodinâmica, por exemplo, ele terá a possibilidade de trabalhar com o diagrama HR. Desta forma, o professor poderá abordar tópicos da evolução estelar, como o "nascimento" de uma estrela até a sua "morte";
- No estudo da óptica, o estudo da natureza da luz e a espectroscopia podem ser discutidos, dando ênfase para os espectros estelares, que nos revelam a composição química das estrelas;
- No estudo de eletromagnetismo, além de enfatizar o caráter ondulatório da radiação, abordar que a radiação das estrelas que detectamos na Terra faz parte do espectro eletromagnético;

- O campo magnético presente nos pulsares pode ser estudado no eletromagnetismo;
- Tópicos de relatividade podem ser inseridos nos conteúdos programáticos para promover a discussão de buracos negros.

A título de exemplo, podemos citar também algumas propostas para abordar tópicos presentes no texto de apoio de forma integrada ao conteúdo da disciplina de Química, que são:

- Discutir o estudo da espectroscopia e a composição química das estrelas;
- A formação dos elementos químicos nas estrelas e a sua relação com a tabela periódica;
- Abordar de que forma as estrelas massivas geram elementos mais pesados através da fusão termonuclear e como eles que podem ser expulsos através de uma supernova;
- Abordar as reações nucleares que ocorrem no núcleo das estrelas.

4.4 SUGESTÃO DE ATIVIDADE

No texto de apoio, optou-se por sugerir uma atividade que pudesse ser utilizada pelo professor em sala de aula, a fim de promover discussões entre os alunos. Essa atividade diz respeito a todos os tópicos abordados no material. Sendo assim, o objetivo geral da atividade é promover discussões para que os alunos possam por em prática os conteúdos sobre o que é uma estrela e como é a formação e a sua evolução, estudados em sala de aula.

Ao final da atividade, sugerem-se alguns trabalhos acadêmicos que também abordam atividades sobre formação e evolução estelar. Essas sugestões de trabalhos tem o intuito de propiciar ao professor mais ideias acerca de atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula.

5 CONCLUSÕES

Um dos aspectos a ser mencionado no presente capítulo é que a revisão de literatura foi fundamental para o entendimento da atual formação docente e das concepções que professores possuem no que diz respeito à formação e a evolução estelar. Constatou-se que estes tópicos são de interesse dos alunos, podem ser abordados dentro de disciplinas pertencentes à grade curricular das escolas e são previstos pelo PCN+ (Brasil, 2002). Por esses motivos, é necessário que haja uma mobilização docente para a mudança da atual educação em Astronomia no Brasil a fim de inovar e motivar mais os alunos durante as aulas. Porém, não é isso que se verifica nas escolas efetivamente e esses conteúdos são raramente abordados em sala de aula.

A construção de um material potencialmente significativo para ajudar professores na discussão desses tópicos foi uma alternativa encontrada para tentar sanar esses problemas apontados pela revisão da literatura. A utilização desses materiais em sala de aula pode ajudar professores na inserção desses tópicos e conjuntamente contribuir para "quebrar a rotina" das aulas de Física, baseadas principalmente em modelos tradicionais de ensino, por exemplo.

É necessário salientar que são poucos os trabalhos que apontam as concepções alternativas de professores sobre Astrofísica. Alguns autores apontam concepções sobre Astronomia, como fases da lua, estações do ano, etc. Assim, destaca-se a necessidade de uma pesquisa mais profunda sobre as concepções alternativas sobre Astrofísica a até mesmo Cosmologia. Uma base maior de concepções alternativas facilitaria o desenvolvimento de materiais potencialmente significativos para professores que abarcassem essa ampla variedade de concepções. Com uma disponibilidade maior desse tipo de material, tais tópicos poderiam ser inseridos e discutidos em sala de aula, a fim de promover discussões ricas entre professores e alunos.

A elaboração do texto de apoio sobre formação e evolução estelar para professores de Ensino Médio apresentou dificuldades para a sua consolidação. Afinal, sabendo da formação deficiente que os professores possuem, é necessário tomar muito cuidado com a forma de abordar os conteúdos. O texto proposto neste trabalho procura abordar esses tópicos de forma

simples, com ênfase em discussões qualitativas e conceituais. Porém, há estágios pelo qual as estrelas passam que são complicados de se descrever de forma simples, pela complexidade fenomenológica intrínseca. Por conta disso, procurou-se investir em uma linguagem simplificada e em materiais complementares (vídeos, simulações, artigos e animações) para ajudar na compreensão dos tópicos abordados no texto.

A partir deste trabalho novas pesquisas podem ser realizadas. Por exemplo, visto que este material não foi aplicado e que, portanto, não foram coletados dados para medir a efetividade do material neste trabalho, em investigações futuras pode ser verificado se este material é realmente potencialmente significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Mauricio Henrique de. **Exoplanetas como tópico de Astronomia motivador e inovador para o Ensino de Física no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretária de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretária de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto alegre v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; BENEDETTO, Alessandra di. Instrumentação em Física Moderna para o Ensino Médio: uma nova técnica para a análise quantitativa de espectros. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 21, n. 3, 1999.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane R. C. Uma oficina de Física Moderna que vise a sua inserção no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 298-316, 2001.

DARROZ, Luiz Marcelo; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Astronomia: Uma proposta para promover a aprendizagem significativa de conceitos básicos de Astronomia na formação de professores em nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 104-130, 2013.

DIAS, Claudio André C. M.; RITA, Josué R. Santa. Inserção da Astronomia como disciplina curricular do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 6, p. 55-65, 2008.

FARIA, Rachel Zuchi; VOELZKE, Marcos Rincon. Análise das características da aprendizagem de Astronomia no Ensino Médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 1-10, 2008.

GOUVEIA, R. C.; PAZETTO, F. Projeto Interdisciplinar de Astronomia. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória, 2009.

IACHEL, Gustavo. O conhecimento prévio de alunos do Ensino Médio sobre as estrelas. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 12, p. 7-29, 2011.

LANGUI, Rodolfo. Educação em Astronomia: Da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

LANGUI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 2, p. 75-92, 2005.

LANGUI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

LANGUI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia Fundamental nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n. 2, p. 205-224, 2010.

LEITE, Cristina; HOSOUME, Yassuko. Os professores de ciências e suas formas de pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 4, p. 47-68, 2007.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, 2002.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária Ltda. (EPU), 2011. p. 159-173.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 135-151, 2001.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

OSTERMANN, Fernanda; PEREIRA, Alexsandro P.. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 393-420, 2009.

PINTO, Alexandre Custódio; ZANETIC, João. É possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.

PREECE, Peter. F. Intuitive Science: Learned or Triggered? **European Journal of Science Education**, v. 6, n.1, p. 7-10, 1984.

SILVEIRA, Fernando Lang; MOREIRA, Marco Antonio; AXT, Rolando. Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 2047-2055, 1986.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Texto de apoio ao professor de Física do Ensino Médio