



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA LICENCIATURA EM FÍSICA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO**

**A PRÁTICA DOCENTE NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR
DE FÍSICA: A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COMO
DIREÇÃO PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA**

**Acadêmico: Leopoldo Gorges Neto
Orientador: Dr. Luiz Henrique Martins Arthury**

Jaraguá do Sul
Abril de 2021

**A PRÁTICA DOCENTE NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR
DE FÍSICA: A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COMO
DIREÇÃO PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA**

LEOPOLDO GORGES NETO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina – Campus
Jaraguá do Sul, Centro, como requisito parcial
à obtenção do título de licenciado em Física.

“Tudo gosta de viver onde envelhecerá mais lentamente”.

Kip Thorne

AGRADECIMENTOS

Certamente, meu primeiro agradecimento será à instituição que permitiu e disponibilizou meios para a minha formação: o Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Jaraguá do Sul, Centro. Sabemos que as anedotas são carentes de relevância na maioria dos contextos (e ainda bem, senão toda dita experiência de abdução por alienígenas deveria ser considerada um fato), mas neste caso não. Explico-me. O IFSC me permitiu um amplo contato com laboratórios, com os telescópios, com a vivência entre os professores e sobretudo, me possibilitou a pluralidade nas discussões em sala de aula. Assim, agradeço imensamente a todos estes professores que, com maestria, proporcionaram-me uma formação e uma experiência deslumbrante. Estudar física certamente é uma experiência. Além disso, o IFSC me permitiu participar das monitorias e de projetos de extensão, onde tive minha primeira experiência como professor, não apenas com estudantes do ensino médio, mas com as pesquisas nas áreas de ensino de física e astronomia, principalmente. Agradeço os professores orientadores de tais projetos, que dentre as inúmeras lições registro aqui, a que talvez tenha me proporcionado maior entusiasmo: “[...] estudei a vida toda em instituições públicas, ações [de extensão] como esta, são um dos meios em que consigo devolver isso à sociedade em forma de agradecimento”. Agradeço, sobretudo, ao meu orientador deste trabalho que soube, com muita sabedoria e elegância, apontar equívocos nesta pesquisa (que certamente, serão evitados em próximas pesquisas), e que um mero acadêmico normalmente não os veria, obrigado. Agradeço à todas as amizades construídas durante o curso, estas serão levadas para o resto da vida. Em especial àquelas que geraram intensas discussões, a ponto de causar vermelhidão em bochechas e que, pessoas externas acreditavam estar presenciando uma briga. Sempre discutiremos, e sempre nos respeitaremos (sem ad hominem), obrigado por isso. Agradeço à minha família, pela perseverança, apoio e compreensão. Sabemos que, infelizmente, investimentos na educação são bastante limitados, o que torna até mesmo a sobrevivência mais difícil do que já é, em especial no contexto da pandemia do covid-19. Sem vocês “aturando” meu entusiasmo falando sobre o universo, certamente esta caminhada seria mais difícil. Por fim, agradeço à minha namorada, pela visível predisposição em me ouvir, pelo interesse em saber o que a física é para mim, pela consciência de classe universitária, pelo carinho e respeito. Foi muita sorte a minha, ter lhe encontrado em tais circunstâncias. Todo este cenário contribuiu para o que sou hoje, o que acredito ser uma melhor corroboração do que uma experiência com alienígenas. Obrigado a todos os envolvidos.

RESUMO

O presente trabalho é uma pesquisa qualitativa que visa compreender a relação entre a formação inicial do professor de física no âmbito da astronomia e a sua futura prática docente. Para isso, foi realizado uma breve fundamentação sobre a formação inicial docente, constatando a existência de concepções alternativas sobre astronomia e atividade científica nestes professores e a história e filosofia da ciência como proposta metodológica com potencial de amenizar estas concepções ainda na formação inicial dos mesmos. Diante deste cenário, Langhi (2011) sugeriu a existência de um ciclo de propagação das concepções alternativas, onde o professor em sua prática docente pode estar contribuindo incoscientemente para a persistência destas na educação básica. Considerando a formação inicial do professor como a etapa formativa mais profícua para a realização de discussões sobre as concepções alternativas referentes a estes temas, foi investigado a disciplina de astronomia nos cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil. Verificou-se que nesta região há trinta e quatro destes cursos, sendo que 47% destes não possuem a disciplina de astronomia ofertada como obrigatória em sua matriz curricular, ou seja, praticamente metade dos professores de física podem estar sendo formados sem discussões sobre astronomia em sua formação inicial. A partir de uma análise das ementas presentes nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs), foi possível elencar os conteúdos mais abordados nestas disciplinas e discutir sua relação com a prática futura destes professores. Além disso, foi implementado um questionário para nove professores das disciplinas de astronomia nestas licenciaturas, buscando entender como ocorre o ensino de astronomia nestas disciplinas, onde foi visto que os professores de astronomia trabalham as concepções alternativas dos licenciandos recorrendo à experiência profissional de cada um. Ainda, o questionário buscou compreender a visão destes professores sobre a natureza da ciência, e apesar das respostas adequadas no geral, foram encontradas visões deformadas sobre ciência que a literatura já apontava como existentes (GIL-PÉREZ et al., 2001), como a visão aproblemática e ahistórica da ciência e, principalmente, a visão empírico-indutivista. Assim, foi discutido que, embora sejam possíveis e necessárias as articulações centradas em história e filosofia da ciência na disciplina de astronomia, são necessárias também estratégias metodológicas que envolvam a apropriação sobre natureza da ciência dos próprios professores de astronomia, em virtude da potencialidade das concepções alternativas dos licenciandos voltarem à educação básica como uma verdade quase que incontestável, uma vez que existe uma intrínseca e condicionante relação entre a formação inicial do professor de física e a sua prática docente. Por fim, foram apontados possíveis caminhos para o aprimoramento do ensino de astronomia nas licenciaturas em física: i) a disciplina de astronomia deve estar presente em todas as licenciaturas em física; ii) em virtude da astronomia ser uma ciência interdisciplinar, o perfil desta disciplina pode ser relativo às condições de cada curso; iii) as discussões nesta disciplina serão mais promissoras em relação as concepções alternativas, se forem centradas em discussões sobre história e filosofia da ciência no âmbito da astronomia; e iv) a utilização de artigos científicos sobre a natureza da ciência, e a sua discussão em sala de aula, pode permitir uma visão menos deformada da atividade científica nos professores em formação, assim como, nos próprios professores de astronomia.

Palavras-chave: Formação inicial docente; Prática docente; Ensino de astronomia; História e filosofia da ciência;

ABSTRACT

The present work is a qualitative research that aims to understand the relationship between the initial training of the physics teacher in the field of astronomy and his/hers future teaching practice. To this end, a brief statement was made about the initial training of the physics teacher, noting the existence of alternative conceptions about astronomy and scientific activity in these teachers, and the history and philosophy of science as a methodological proposal with the potential to soften these conceptions even in the initial training of these teachers. Given this scenario, Langhi (2011) suggested the existence of a cycle of propagation of alternative conceptions, where the teacher in his teaching practice may be contributing unconsciously to its persistence in basic education. Considering the initial training of the teacher as the most fruitful training stage for conducting discussions on alternative conceptions related to these themes, this work investigated the discipline of astronomy in undergraduate courses in physics in southern Brazil. It was found that in this region there are thirty-four of these courses, 47% of which do not have the discipline of astronomy offered as mandatory in their curricular matrix, that is, practically half of the physics teachers may be being trained without discussions about astronomy in their initial training. From an analysis of the menus present in the Pedagogical Projects of the Courses (PPCs), it was possible to list the contents most covered in these disciplines and discuss their relationship with the future practice of these teachers. In addition, a questionnaire was implemented for nine professors of astronomy disciplines in these degrees, seeking to understand how astronomy teaching takes place in these disciplines, where it was seen that professors of astronomy work the alternative conceptions of undergraduates using the professional experience of each one. Still, the questionnaire sought to understand the view of these teachers on the nature of science, and despite adequate responses in general, deformed views on science were found that the literature already pointed out as existing (GIL-PÉREZ et al., 2001), as the unproblematic and historical view of science and, mainly, the empirical-inductivist view. Thus, it was discussed that, although articulations centered on the history and philosophy of science in the discipline of astronomy are possible and necessary, methodological strategies that involve the appropriation of the nature of science by the astronomy teachers themselves are also necessary, due to the potential of the conceptions Licensee alternatives return to basic education as an almost indisputable truth, since there is an intrinsic and conditioning relationship between the initial training of the physics teacher and his teaching practice. Finally, possible ways to improve the teaching of astronomy in physics degrees were pointed out: i) the discipline of astronomy must be present in all degrees in physics; ii) since astronomy is an interdisciplinary science, the profile of this discipline can be related to the conditions of each course; iii) the discussions in this discipline will be more promising in relation to the alternative conceptions, if they are centered in discussions about history and philosophy of science in the scope of astronomy; and iv) the use of scientific articles on the nature of science, and their discussion in the classroom, may allow a less distorted view of scientific activity in teachers in training, as well as in astronomy teachers themselves.

Keywords: Initial teacher education; Teaching practice; Astronomy teaching; History and philosophy of science.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: etapas da metodologia.....	27
Figura 2: quantidade de cursos de licenciatura em física no Sul do Brasil e sua distribuição.....	35
Figura 3: licenciaturas em física com a disciplina de astronomia.....	36
Gráfico 1: disciplinas nos cursos de licenciatura do Sul do Brasil.....	37
Gráfico 2: disciplinas obrigatórias e eletivas.....	37
Gráfico 3: disciplinas de astronomia na formação inicial.....	38
Figura 4: distribuição da astronomia obrigatória nos cursos de licenciatura em física.....	40
Gráfico 4: professores de astronomia com a esta disciplina em sua formação inicial.....	50
Figura 5: ciclo de concepções alternativas.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: instituições que possuem o curso de licenciatura em física e que participaram do ENADE de 2017.....	26
Tabela 2: disciplinas de astronomia nos cursos de licenciatura em física.....	28
Tabela 3: perfil dos professores da disciplina de astronomia.....	31
Tabela 4: questionário justificado.....	32
Tabela 5: conteúdos mais abordados nas disciplinas de astronomia.....	43
Tabela 6: temas da astronomia orientados de serem trabalhados no ensino médio.....	44
Tabela 7: formação inicial dos professores de astronomia.....	49

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. JUSTIFICATIVA	11
3. OBJETIVOS	14
4. PROBLEMA DE PESQUISA	15
5. A FORMAÇÃO DOCENTE NO ÂMBITO DA ASTRONOMIA	16
5.1. AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS PROFESSORES E AS POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DESTAS NAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES	18
5.2. A HISTÓRIA E A FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL COMO DIREÇÃO PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA	21
6. METODOLOGIA	26
6.1. ETAPAS DA METODOLOGIA	26
7. ANÁLISE DOS DADOS	35
7.1. A DISCIPLINA DE ASTRONOMIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DO SUL DO BRASIL	36
7.2. ASTRONOMIA E NATUREZA DA CIÊNCIA NA VISÃO DOS PROFESSORES DE ASTRONOMIA	49
7.2.1. O PERFIL DOS PROFESSORES DE ASTRONOMIA.....	50
7.2.2. A PRÁTICA LETIVA DOS PROFESSORES DE ASTRONOMIA	54
7.2.3. A VISÃO DOS PROFESSORES DE ASTRONOMIA SOBRE A NATUREZA DA CIENCIA.....	62
8. A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA DISCIPLINA DE ASTRONOMIA: UMA POSSIBILIDADE OU NECESSIDADE?	74
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
10. REFERÊNCIAS.....	81
11. APÊNDICES	87
11.1. APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIOS	87

1. INTRODUÇÃO

A astronomia se destaca como temática no ensino de ciências por sua facilidade em despertar a curiosidade dos estudantes, algo bastante importante no contexto escolar (SILVEIRA et al., 2011, GONZAGA e VOELZKE, 2011). No entanto, nas poucas vezes em que é explorada (LANGHI e NARDI, 2009, DIAS e SANTA RITA, 2008), é normalmente “desenvolvida de forma tradicional e apenas conceitual, e as representações dos elementos constituintes são abordadas, geralmente, apenas em forma de texto ou de imagens bidimensionais” (LEITE e HOSOUME, 2007), limitando muitas vezes sua relevância sócio-histórica e cultural, não aproveitando seu papel na ampliação de visão de mundo do estudante (SOLER e LEITE, 2012).

Um dos papéis da escola na formação dos alunos é o de prepará-los para uma sociedade moldada pela ciência e tecnologia. Mas, o modo pelo qual os trabalhos em sala são conduzidos pelos professores podem gerar efeitos bastante distintos, e em alguns casos podendo mesmo ser deletérios aos estudantes, ao propalar concepções equivocadas. Como indicam Gil-Pérez et al. (2001), professores podem apresentar visões distorcidas acerca da atividade científica, que podem facilmente influenciar a visão dos estudantes.

Muitos dos pesquisadores que investigam o ensino de astronomia apontam que uma das causas da falta deste tema no ambiente escolar é uma deficiência na formação dos docentes a esse respeito (LEITE e HOSOUME, 2007, LANGHI e NARDI, 2005 e 2010, LANGHI, 2011). A partir disso, podemos sugerir que existe uma causalidade entre a formação docente e o conhecimento transposto para os estudantes, podendo resultar em uma visão deformada da atividade científica, bem como em concepções erradas no âmbito da astronomia. Entende-se, então, que dois problemas comuns da prática docente implicam diretamente na qualidade do ensino da astronomia na educação básica: concepções equivocadas da atividade científica e as concepções alternativas em temas da Astronomia.

Neste trabalho, é discutido que, se o professor do ensino médio não estiver atento, e a depender da qualidade de sua formação, ele pode estar participando inconscientemente de um ciclo de concepções inadequadas que vão desde sua formação inicial até o aluno que ele estará formando, passando por sua própria formação escolar. Ilustraremos na sequência esse possível ciclo de transmissão de concepções inadequadas, defendendo que devemos atentar particularmente à formação inicial docente para se evitar que essas concepções sejam transmitidas por sua prática.

Diante disso, o presente estudo, de caráter qualitativo, busca investigar as relações entre

a prática docente na formação inicial dos professores de física no âmbito da astronomia e da própria atividade científica. Para isso, realizamos um levantamento dos cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil que possuem a disciplina de astronomia em sua matriz curricular. Na sequência, procuramos analisar as ementas destas disciplinas presentes nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs), com o intuito de elencar os conteúdos mais abordados nestas disciplinas. Com isso, foi elaborado um questionário para os professores destas disciplinas, objetivando conhecer como os mesmos articulam suas aulas ou mesmo transpõem estes conteúdos aos professores em formação. Por fim, este trabalho discute a disciplina de astronomia nestes cursos, sugerindo que a formação inicial do professor de física seja amplamente subsidiada por atividades voltadas à discussão sobre a história e filosofia da ciência, tanto no âmbito da astronomia quanto da própria atividade científica.

2. JUSTIFICATIVA

Para uma primeira reflexão sobre o porquê de se ensinar astronomia na educação básica, podemos observar o panorama em que vivemos: terraplanismo sendo propagado por “formadores de opinião” de Youtube (CRUZ, 2020); a astrologia servindo como ferramenta de autoconhecimento, além de ser um filtro pré conceitual interpessoal (GUERRIERO, 2017). Ainda, diferentes autores (LANGHI e NARDI, 2009, DIAS e SANTA RITA, 2008) salientam que uma parcela significativa dos alunos tem um contato bastante reduzido com a astronomia durante o período escolar. Isso deveria ser algo preocupante, não apenas porque a astronomia já era amplamente citada nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2008), e mais recentemente na Base Nacional Comum Curricular como componente essencial a ser trabalhada na educação básica (BRASIL, 2018), mas principalmente porque muitas pesquisas indicam o importante caráter instigador da astronomia no ensino (LANGHI e NARDI, 2009, p. 8).

Subentende-se, diante desta perspectiva, que é urgente uma ação nacional em prol do ensino de astronomia. Langhi (2011) ressalta, por exemplo, que o ensino de astronomia em países como Alemanha, Itália, Polônia, Estados Unidos e França, onde o ensino de astronomia formal é realizado através de acordos entre instituições de astrônomos amadores, grupos de pesquisa na área de ensino de astronomia e as instituições de ensino formal e seus docentes, podem servir como exemplo para possíveis aprimoramentos do ensino de astronomia em nosso país. Esse autor indica que tais colaborações provocaram mudanças efetivas não apenas na prática docente, mas também nos programas e currículos escolares oficiais nacionais com relação à inserção da astronomia na educação. Além disso, o autor incentiva investigações sobre educação em astronomia, que vão além da vigência das concepções alternativas básicas, pois estas poderão oportunizar linhas norteadoras que visem o aprimoramento do ensino deste tema no Brasil.

Diante do exposto, conseguimos ver que há uma necessidade para que a astronomia seja mais bem ensinada na educação básica. No entanto, justificá-la com apenas estes apontamentos pode culminar no aviltamento dos docentes e estudantes a meros executores e receptores, uma vez que este tema aparece com a intenção de sanar os problemas supracitados na sociedade. Desta forma, sobre a utilidade do conhecimento acerca da astronomia na sociedade, cabe aqui mencionar Henri Poincaré (1995, p. 101),

A Astronomia é útil porque nos eleva acima de nós mesmos; é útil porque é grande; é útil porque é bela; é isso que se precisa dizer. É ela que nos mostra

quão pequeno é o homem no corpo e quão grande é no espírito, já que essa imensidão resplandecente, onde seu corpo não passa de um ponto obscuro, sua inteligência pode abarcar inteira, e dela fruir a silenciosa harmonia. Atingimos assim, a consciência de nossa força, e isso é uma coisa pela qual jamais pagaríamos caro demais, porque essa consciência nos torna mais fortes.

Sobre o entendimento da própria atividade científica, o físico, astrônomo e divulgador científico Carl Sagan reflete muito bem os apontamentos de importantes epistemólogos do século passado, como Popper e Lakatos (CHALMERS e FIKER, 1993):

A ciência está longe de ser um instrumento perfeito de conhecimento. É apenas o melhor que temos. [...] Uma das razões para o seu sucesso é que a ciência tem um mecanismo de correção de erros embutido em seu próprio âmbito [...]. Os seres humanos podem ansiar pela certeza absoluta; podem aspirar a alcançá-la; podem fingir, como fazem os partidários de certas religiões, que a atingiram. Mas a história da ciência - de longe o mais bem-sucedido conhecimento acessível aos humanos - ensina que o máximo que podemos esperar é um aperfeiçoamento sucessivo de nosso conhecimento, um aprendizado por meio de nossos erros, uma abordagem assintótica do Universo, mas com a condição de que a certeza absoluta sempre nos escapará (SAGAN, 2006, p.45).

Desta forma, vemos que a intenção de se ensinar astronomia centrada em questões epistemológicas pode ir além dos documentos curriculares nacionais para o ensino de física, assim como pode se estender perante às questões-problemas na sociedade inicialmente expostas. Axiologicamente, a astronomia instiga o interesse genuíno do ser humano pelo desconhecido, levando-nos à fronteira do mesmo. Conforme observa Gama e Henrique (2010, p. 10), “a humanidade foi e é levada a grandes buscas, não apenas por itens de utilidade imediata mas também por abstrações artísticas ou científicas”.

No entanto, como vimos na introdução deste trabalho, importantes pesquisas referem-se à formação docente como fator dificultador tanto para o ensino de astronomia, quanto para o ensino da própria atividade científica, fazendo com que as dimensões epistemológicas e axiológicas comentadas acima não sejam abordadas adequadamente. De fato, Gama e Henrique (2010, p.13) observam que “a astronomia não cabe como um mero acréscimo de conteúdos a serem tratados em aula, mas oferece alternativas às formas de abordar mesmo outros temas e pode promover ricos debates sobre a história e a filosofia das ciências”.

A relevância deste trabalho encontra-se, pois, na busca constante do aprimoramento do ensino de astronomia. Neste estudo, foram levantados importantes dados sobre o atual cenário da astronomia nos cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil, contribuindo com informações sobre a quantidade de cursos que possuem esta disciplina em sua grade curricular

e, também, se estas são obrigatórias ou eletivas. Ademais, através de um questionário enviado a professores destas disciplinas, este trabalho traz uma discussão de como a disciplina de astronomia está sendo lecionada a partir de um viés sobre a história e filosofia da ciência, sugerindo que esta prática metodológica possa confrontar significativamente as concepções inadequadas sobre os conteúdos específicos de astronomia e sobre a própria natureza da ciência dos professores em formação.

3. OBJETIVOS

Este trabalho objetivou investigar a prática docente dos professores de astronomia na formação inicial dos professores de física, buscando discutir as possíveis implicações na educação básica. Para tanto, contou com os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a quantidade de cursos de licenciatura em física presentes no Sul do Brasil;
- Analisar os conteúdos mais abordados na disciplina de astronomia dos cursos de licenciatura em física no Sul do Brasil;
- Identificar como são trabalhados os conteúdos da astronomia na formação inicial dos professores de física;
- Discutir as consequências de se trabalhar a astronomia na graduação, e sobretudo no ensino médio, sem os devidos cuidados epistemológicos;
- Discutir, a partir das informações coletadas, possíveis relações entre abordagens históricas e filosóficas e visões menos distorcidas sobre a atividade científica e os próprios conceitos de astronomia.

4. PROBLEMA DE PESQUISA

Quais as possíveis relações entre a prática dos professores de astronomia e a formação inicial dos professores de física?

5. A FORMAÇÃO DOCENTE NO ÂMBITO DA ASTRONOMIA

O campo de educação em astronomia tem sido bastante estudado pelos pesquisadores na área de ensino de ciências. Em programas de pós-graduação, por exemplo, Bretones e Megid Neto (2005) nos apontaram que ao menos desde a década de 1970 são feitas pesquisas com o intuito de indicar diretrizes para a inserção da astronomia na educação básica, bem como aprimorar sua abordagem no ensino. Além disso, estes autores estimaram que até 2003 mais de mil dissertações de mestrado e teses de doutorado e livre-docência foram produzidas com esse tema.

Em um estudo mais recente, Iachel e Nardi (2014) realizaram uma retrospectiva histórica acerca das pesquisas sobre a educação em astronomia no Brasil. Para isso, entrevistaram pesquisadores considerados referência na área e reconstruíram a memória deste campo de pesquisa, constatando que o campo de pesquisa em educação em astronomia tem se consolidado gradativamente no Brasil.

Neste percurso, diversas pesquisas indicaram a formação docente como um dos principais problemas para a efetiva inserção da astronomia na educação básica. Ao realizarem um curso de extensão universitária para professores do estado de São Paulo, Gonzaga e Voelzke (2011), por exemplo, constataram que os docentes participantes possuíam concepções inadequadas em relação a temas considerados básicos da astronomia, apontando ainda a influência dessas concepções na educação básica, como veremos.

Especificamente nos anos iniciais do ensino fundamental, Pacheco e Zanella (2019) levantaram um panorama das pesquisas a respeito do ensino de astronomia, analisando teses e dissertações entre 2008 e 2018. Os autores selecionaram 23 pesquisas, das quais 15 relacionadas à formação de professores e metodologias e 8 à aprendizagem dos alunos nos anos iniciais, constatando que, de forma geral, o principal desafio para o ensino de astronomia é a formação do professor, que normalmente não possui uma formação adequada para contemplar o ensino de astronomia. Essa constatação também é corroborada pelos trabalhos de Leite e Hosoume (2007), Langhi e Nardi (2005) e Gonzatti et al. (2013).

Poder-se-ia sugerir que no ensino médio a situação fosse diferente, talvez devido aos profissionais formados nas áreas das ciências da natureza e seu ensino. No entanto, um estudo utilizando os dados das Licenciaturas em Física participantes do ENADE de 2011 (JUSTINIANO et al., 2014) mostrou que apenas 15% dos cursos pesquisados possuem a disciplina de astronomia na estrutura curricular. Consideramos esses dados preocupantes, uma

vez que a astronomia é amplamente citada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999), e mais recentemente na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), ou seja, possuímos documentos norteadores para o ensino de astronomia, mas não contemplamos isso no ensino.

Conforme sugerem Leite e Hosoume (2007) e Costa et al. (2016), preocupações com a formação continuada podem contribuir para melhorar esse cenário. A necessidade desse tipo de curso se justifica frente às constatações dessa lacuna formativa. Como apontam Iachel e Nardi (2009), sobre o ensino de astronomia na educação básica: 1) o ensino de astronomia praticamente não existe e, quando existe, normalmente apresenta deficiências; e 2) os professores apresentam, muitas vezes, concepções alternativas que são próximas às de seus próprios alunos.

Por outro lado, algumas propostas um pouco mais ousadas foram levantadas. Com o intuito de diminuir as distorções entre o que deveria ser ensinado e o que se ensina, Dias e Rita (2008) propuseram a inserção de uma disciplina de astronomia no ensino médio, evidenciando que os alunos desconhecem saberes básicos de astronomia desde o ensino fundamental. E, devido principalmente às lacunas na formação dos professores atuantes, esses alunos muito provavelmente sairão do ensino médio com pouco conhecimento ou, o que é pior, com concepções totalmente equivocadas a esse respeito. Isso é corroborado, por exemplo, por Darroz et al. (2014), que analisaram a evolução do entendimento de elementos da astronomia pelos estudantes do nono ano do ensino fundamental e do terceiro ano do ensino médio. Concluíram que os alunos não compreendem corretamente os fenômenos astronômicos e também apresentam um grande número de concepções alternativas na tentativa de explicar esses fenômenos. Além disso, a pesquisa mostrou que houve pouca evolução conceitual acerca da astronomia entre os estudantes pesquisados, indicando que esses temas são pouco abordados no decorrer da educação básica.

Langhi (2011) sugere que há a necessidade de uma ação em âmbito nacional, apontando que o ensino de astronomia em países como Alemanha, Itália, Polônia, Estados Unidos e França, onde o ensino de astronomia formal é realizado através de acordos entre instituições de astrônomos amadores, grupos de pesquisa na área de ensino de astronomia e instituições de ensino formal e seus docentes, pode servir como exemplo para possíveis aprimoramentos do ensino de astronomia em nosso país. O ensino de astronomia conforme aqueles exemplos provocaram mudanças efetivas não apenas na prática docente, mas também nos programas e currículos escolares oficiais com relação à inserção da astronomia na educação. Parcerias como essas podem ser de grande valia para otimizar as ações escolares, mas ao questionar tais ações, pode-se refletir sobre a situação daqueles professores que efetivamente saem de um curso de

formação docente tendo disciplinas voltadas a essas discussões. Ou seja, o fato de um curso de licenciatura possuir a disciplina de astronomia é garantia de que os alunos, na outra ponta do processo de ensino e aprendizagem, estarão menos sujeitos a concepções inadequadas?

Para além do recorrente incentivo às ações de formação continuada de professores, que deve continuar representando uma frente de interesse nas pesquisas e propostas fundamentadas para se melhorar as condições dos professores já em atuação, cria-se uma preocupação com a formação inicial dos professores, conforme aponta Langhi (2011, p. 391):

[...] cursos de curta duração para professores, normalmente sob o slogan de “formação continuada”, têm se evidenciado enquanto um paradigma corrente e alvo constante de pesquisa na literatura da área, mas a sua maioria não tem dado conta dessa necessidade de inovações e mudanças na ação docente, pois o professor retorna à sala de aula com pouca ou nenhuma alteração em sua prática.

Assim, compactuando com Costa et al. (2016), a formação docente é um fator determinante para a qualidade da prática docente. Dificilmente se poderá separar as deficiências na formação deste com as concepções dos estudantes, conforme será discutido na sequência.

5.1 AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS PROFESSORES E AS POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DESTAS NAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES

As representações da astronomia no trabalho docente são normalmente limitadas ao conteúdo presente nos livros didáticos, e isso quando o conteúdo não é omitido pelo professor em vista de sua insegurança em relação ao tema, normalmente em função de deficiências em sua formação inicial (LANGHI, 2011). Porém, mesmo nos casos de limitação ao livro didático percebe-se a presença de erros conceituais que contribuem para a perpetuação do problema, e mesmo fortalecendo concepções alternativas por parte do professor que frequentemente não tem condições de analisar e identificar os erros contidos nesses livros, justamente por sua formação (LANGHI e NARDI, 2007).

O conceito de concepções alternativas, que são aqueles conhecimentos pessoais que se diferenciam do conhecimento científico, vem sendo estudado desde a década de 1970 (LANGHI, 2011), onde as pesquisas revelaram que as ideias alternativas dos estudantes são bastante pessoais, parecem depender muito do contexto em que o problema é referido e não permitem facilmente a mudança de concepção. De fato, pode-se associar essas concepções como um aprendizado significativo que, diferentemente do que se costuma pensar, não representa

necessariamente um aprendizado de conceitos corretos (MOREIRA, 2012). Essas concepções, justamente por serem significativas para o sujeito, são resistentes a mudanças e podem perdurar mesmo após o ensino formal, e até mesmo no universitário (MORTIMER, 1996). Por exemplo, Pedrochi e Neves (2005) constataram que os professores em formação mantêm interpretações errôneas dos fenômenos astronômicos e que, quando postos à prova, recorrem especialmente aos esquemas memorizados em seu ensino médio e fundamental.

No entanto, alguns autores apontam que uma “mudança conceitual”, ou seja, um processo de substituição de conceitos do senso comum por aqueles do conhecimento científico, não seria propriamente adequada. Dispondo do conceito de perfil epistemológico de Bachelard, Mortimer (1996) expõe o conceito de perfil conceitual, onde acrescenta importantes características a fim de se obter uma melhor compreensão de como ocorreria a evolução conceitual. Segundo esse modo de ver as concepções dos alunos (ou sujeitos, em geral), cada conceito seria mais bem representado por um conjunto de ideias que são diferentemente mobilizadas em diferentes situações. Por exemplo, o conceito de força pode assumir diferentes acepções nos exercícios de física e na linguagem cotidiana do estudante (MORTIMER, 1996).

No contexto do aprendizado, o perfil conceitual apresenta as características: cada zona do perfil pode possuir diferentes ontologias uma das outras, embora contemplem o mesmo conceito; a consciência do estudante sobre seu próprio perfil é importante para que o mesmo supere concepções alternativas de um dado conteúdo; o nível que antecede os saberes científicos é influenciado pela visão de mundo dos próprios indivíduos. Apesar dessas ideias encontrarem defesas e propostas didáticas que procuram um distanciamento do conceito de mudança conceitual (MILANI e ARTHURY, 2019), o ensino de ciências passa, invariavelmente, também por uma enculturação científica, onde muitos conceitos não são propriamente construídos pelo sujeito, mas sim efetivamente aprendidos, de modo mais ou menos contundente, a depender do compromisso do professor (MATTHEWS, 2000). De modo geral, tanto a noção de perfil conceitual quanto a mudança conceitual devem ser vistas criticamente, onde cada um desses conceitos parece se justificar melhor a depender do contexto.

Quando um estudante se encontra num contexto de aprendizado científico, é natural supor que suas concepções alternativas sejam problematizadas com a adequada apresentação dos conceitos científicos. No caso específico da astronomia, como já sinalizado por Darroz et al. (2014), as concepções alternativas costumam se manter durante todo o decorrer da educação básica, e entende-se que isso pode ser devido a dois fatores: a) a astronomia pode estar sendo pouco abordada pelos professores, o que se sustenta com as constatações de Langhi e Nardi (2009) e Dias e Santa Rita (2008); e b) o ensino de astronomia pode não estar sendo adequado

para suprir o problema, conforme apontam Iachel e Nardi (2009) e Gonzaga e Voelzke (2011). De todo modo, essa discussão não sustenta um discurso de culpabilização dos professores (dos programas de formação, certamente). Ainda, “apenas reconhecer a existência das concepções alternativas em astronomia não garantiu uma mudança efetiva quanto à inserção deste tema na educação básica e na formação de professores” (LANGHI, 2011, p. 391). Logo, esforços nesse sentido devem ser conduzidos, conforme será relatado mais à frente.

Conforme constatado por Iachel e Nardi (2009), as concepções alternativas encontradas nas visões dos professores acerca da astronomia assemelham-se às concepções dos seus próprios alunos do ensino médio. As concepções astronômicas de alguns professores apresentam ligações com mitos e crenças, com origem antes mesmo de sua trajetória formativa. Além disso, essas concepções persistem e mesmo se fortalecem durante os momentos formativos, e quando o professor aborda esses temas em suas aulas, os alunos apreendem e (re)formulam concepções alternativas sem que o professor perceba (LANGHI, 2011).

Para Iachel et al. (2008), é importante que os professores conheçam as concepções alternativas de seus alunos, pois assim, o mesmo poderá desenvolver aulas que busquem desmistificar tais concepções e poderá apresentar o conhecimento científico de forma mais auspiciosa. Mas se os próprios professores não estiverem devidamente formados, de nada adiantará esse tipo de preocupação. Por exemplo, em uma pesquisa conduzida por Gonzaga e Voelzke (2011), com professores da educação básica, obteve-se dados alarmantes à pergunta: “Se um aluno lhe perguntasse o que é um planeta, como você definiria?”. Do total de trinta e três professores participantes, 72,7% dos professores definiram incorretamente, 27,3% deixaram a questão em branco e nenhum professor obteve êxito em sua resposta.

Isso aponta para uma preocupação urgente com a formação desses professores:

[...] o docente não capacitado e não habilitado para o ensino da Astronomia durante sua formação inicial promove o seu trabalho educacional com as crianças sobre um suporte instável, cuja base pode vir das mais variadas fontes de consulta, desde a mídia até livros didáticos com erros conceituais, proporcionando uma propagação de concepções alternativas. Essas considerações apontam para um ciclo de propagação de concepções alternativas incorporadas nos saberes docentes de conteúdo disciplinar sobre tópicos de Astronomia que perpassam a trajetória formativa docente, expondo o despreparo do professor, que tenta ser superado com a busca de fontes alternativas de informações, mas que também não garantem um embasamento seguro para a sua formação (LANGHI, 2011, p. 386).

Uma outra questão da pesquisa citada acima foi a seguinte: “Você sabe o que é um eclipse?”. Nesta, 81,8% dos professores afirmaram saber o que é um eclipse. No entanto, ao serem orientados a responder como explicariam aos seus alunos, apenas 44,4% explicaram

adequadamente sobre o eclipse lunar e 37% sobre o solar.

O professor poderá aperfeiçoar seu campo conceitual com sua experiência mas, infelizmente, não se tem garantias disso. Não obstante, a maioria dos estudantes não seguirá carreira nas áreas das ciências e dificilmente terá a oportunidade de superar suas concepções fora da escola. Como consequência, continuaremos com um espaço aberto a movimentos pseudocientíficos, como o “terraplanismo” sendo propagado por “formadores de opinião” do YouTube (CRUZ, 2020) e a astrologia servindo a sujeitos que buscam um “autoconhecimento”, representando um filtro pré-conceitual interpessoal (GUERRIERO, 2017) que pode se tornar um obstáculo a qualquer futuro aprendizado (BACHELARD, 1984).

Como proposta para contornar tal cenário, incentivos para um ensino não apenas dos conteúdos da ciência, mas também sobre ciência, emergem (MATTHEWS, 1994) e parecem conversar muito bem com o ensino de astronomia. Gama e Henrique (2010) observam que “a astronomia não cabe como um mero acréscimo de conteúdos a serem tratados em aula, mas oferece alternativas às formas de abordar mesmo outros temas e pode promover ricos debates sobre a história e a filosofia das ciências” (p. 13).

5.2 A HISTÓRIA E A FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL COMO DIREÇÃO PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA

Em uma proposta de inserção da história da ciência no ensino de ciências para um curso de formação de professores de física, Gatti et al. (2004) trabalharam o desenvolvimento histórico do conceito de atração gravitacional. Esse trabalho evidenciou as dificuldades de mudança de postura na prática docente, constatando noções de senso comum entre os docentes, sobre ciência e também sobre seu ensino. Isso apenas corrobora o que já foi discutido, e por isso será argumentado a seguir a favor de um ensino de astronomia introdutória centrado em questões históricas e filosóficas.

Diversos autores argumentaram sobre a importância de práticas de ensino centradas na história e filosofia da ciência (GAGLIARDI & GIORDAN, 1986, PEDUZZI, 2001, SILVA, 2006, EL-HANI, 2006, MARTINS, 2006, NARDI, 2007, BATISTA, 2007). Além de propiciar um entendimento mais sofisticado sobre a atividade científica (EL-HANI, 2006), abordagens com esse viés podem auxiliar no entendimento dos próprios conceitos científicos (SILVA e LABURÚ, 2010).

Um breve exemplo de como incursões pela história e filosofia da ciência podem sofisticar

a visão dos estudantes sobre a astronomia, com a imprescindível atenção do professor nesse sentido: alguns livros didáticos trazem uma concepção indutivista sobre o estabelecimento da gravitação newtoniana (SILVEIRA, 2002, p. 31), sugerindo que essa poderia ser deduzida das leis de Kepler, o que é um equívoco:

Newton procurou mostrar como a Lei da Gravitação Universal (LG) pode ser induzida das Leis de Kepler (LK) e tal demonstração é encontrada até hoje em alguns livros de Mecânica. [Mas epistemólogos do séc. XX] demoliram com esta versão indutivista, mostrando que a LG corrige as LK, ou seja, dada a LG pode-se demonstrar que as LK não estão corretas, sendo aproximações para o movimento dos planetas (SILVEIRA, 2002, p. 31).

Por exemplo, a gravitação de Newton prevê que as órbitas reais dos planetas não são propriamente elipses suaves (devido à mútua atração gravitacional entre Sol e planeta), sendo essas apenas uma aproximação matemática das previsões newtonianas. Ainda, outras formas geométricas são possíveis na gravitação, o que inclusive permitiu a explicação, por Halley, do período do cometa que hoje leva seu nome. Perspicazmente, Silveira (1996, p. 203) aponta que se a lógica indutiva existisse, esses simples fatos históricos não deveriam ocorrer, uma vez que “o mínimo que deveria ocorrer nas induções das leis a partir dos fatos é que as leis não contraditassem estes mesmos fatos”.

Outro exemplo, é bastante comum lembrarmos de Galileu ao nos referirmos à criação do telescópio refrator. De fato, esse cientista produziu suas próprias lentes, mas naturalmente está incorreta a informação comum de que teria sido o primeiro a criar esse instrumento (é sabido que os holandeses já se utilizavam desse instrumento em suas navegações, por exemplo) (PENNEREIRO, 2009). E pode mesmo ser arriscado sugerir que tenha sido o primeiro a apontá-lo para o céu. No entanto, ao se deparar com as crateras e montanhas que observara na Lua, com as fases de Vênus, com as manchas solares, com as excêntricas “orelhas” de Saturno e com as órbitas das luas de Júpiter, Galileu não os ignorou. Ali, sabia ele que algo nunca antes visto (ou, se o foi, não foi ousado propalar), estava sendo descoberto. Conforme célebre colocação de Louis Pasteur, “no campo das observações o acaso só favorece o espírito preparado” (LEJEUNE, 1998, p.61), o que representa todo o preparo de Galileu para identificar o que identificou. Algumas de suas observações levaram a comunidade científica (e a igreja, mais tarde) a considerar o modelo copernicano ao invés do geocêntrico (FORÇA et al., 2007).

É comum a interpretação de que a observação/experimentação está no cerne do “método científico”, ou seja, que o mesmo parte dos dados obtidos. O exemplo acima pode ilustrar também esse ponto, pois, caso fosse verdadeiro, Galileu não haveria nem mesmo construído seu

telescópio e não saberíamos da existência de suas observações. Em outras palavras, as teorias de que a Lua possui montanhas, de que Júpiter têm suas próprias “luas”, só foram possíveis de serem desenvolvidas porque o telescópio foi construído e Galileu soube interpretar o que estava observando à luz de um sistema teórico menos reverente à física aristotélica de então.

A observação possui, claro, uma importância que jamais deve ser subvalorizada, mas talvez seja necessário insistir em sua contextualização frente às corroborações e mesmo estruturações das teorias. Não descartando, claro, que observações possam nos levar a constatações inéditas ou mesmo imprevistas, mas de modo geral nossas observações são dirigidas por problemas eminentemente teóricos. Especificamente no âmbito da astronomia, temos inúmeros episódios que demonstram isso, como é o caso da descoberta do planeta Netuno:

No século XIX foi observado que a órbita prevista para Urano era incompatível com as observações astronômicas; Adams e Leverrier, admitindo que o problema não se devia à mecânica newtoniana mas ao modelo existente sobre o sistema solar, trabalharam sobre hipótese de existência de um planeta ainda não conhecido além da órbita de Urano o planeta Netuno. Conseguiram, inclusive, calcular a posição do novo planeta e orientaram os astrônomos a realizarem novas observações; estes acabaram por confirmar a existência de Netuno (SILVEIRA, 1996, p.203).

Outro exemplo de observação guiada pela teoria aconteceu no famoso eclipse de 1919, quando a previsão de Einstein sobre a deflexão gravitacional da luz foi testada. É comum vermos esse evento como crucial para a comprovação da teoria da relatividade de Einstein, mas, como colocam Nunes e Queirós (2020), este é um mito que precisamos superar. Baseados em Popper, estes autores argumentam que os “experimentos têm como objetivo falsificar teorias [e assim] uma teoria não pode ser provada por qualquer tipo de experimento” (p. 546). O que acontece é que, ao se comparar duas teorias, como a teoria da relatividade de Einstein e a mecânica newtoniana, vemos que a

segunda é uma excelente aproximação da primeira para baixas velocidades e campos gravitacionais fracos. Todos os problemas que a antiga teoria resolveu com sucesso, a nova também resolve e alguns, como o caso do periélio anômalo de Mercúrio que era incompatível com a mecânica newtoniana, também são explicados pela teoria geral da relatividade. Adicionalmente a teoria de Einstein fez predições sobre aspectos da realidade sobre os quais a de Newton não se pronunciava (é o caso do desvio da luz por campos gravitacionais, corroborado no eclipse de 1919) (SILVEIRA, 1996, p.205).

Assim, podemos ver que geralmente uma teoria não começa da observação, dos fatos, e sim que essa observação é quem está repleta de teorias; que o cientista não possui uma receita de como operar na ciência; ele erra, repete, reformula hipóteses, está em constante modificação de ideias. Fazer ciência é uma atividade humana e carrega todas as nossas características. A

produção do conhecimento científico é uma construção não linear, isto é, está repleta de rupturas. O desenvolvimento do conhecimento científico se dá, principalmente, pelas reformulações do conhecimento prévio. A ciência nunca para, está em constante evolução (MOREIRA e OSTERMANN, 1993). O episódio de Galileu, por exemplo, levou Newton mais tarde à criação do telescópio refletor que, ao invés de uma lente objetiva, utilizaria um espelho côncavo que eliminaria grande parte das aberrações cromáticas que o primeiro enfrentara e que, inclusive, dificultaram as observações de Galileu. Com um grande salto para a contemporaneidade, um dos telescópios espaciais mais importantes em atividade, o telescópio espacial Hubble, que foi lançado na década de 1990 e que desde então tem possibilitado nossa compreensão do universo, é um telescópio refletor, newtoniano (curiosamente, três anos após seu lançamento, uma de suas primeiras manutenções foi a correção de uma aberração no seu espelho principal (NASA, 2020), mas por um problema de fabricação).

Se o professor estiver discutindo com os alunos esses conceitos da ótica, por exemplo, pode ser bastante construtivo ressaltar o instrumento ótico com maior precisão já construído pela humanidade: o Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser (LIGO, em inglês). Não apenas com o intuito de discutir interferometria, mas esse tema possui também o potencial de levantar diversas discussões, como a confiabilidade que podemos ter com uma teoria, afinal de contas foram milhões de dólares investidos em sua construção. Curiosamente, as teorias desenvolvidas para o entendimento da luz e de espelhos fundamentaram a construção desse enorme instrumento, que não possuía outro objetivo senão encontrar ainda mais corroborações para a Teoria da Relatividade de Einstein. Valeu a pena. A partir da primeira detecção das ondas gravitacionais em 2016, os astrofísicos poderão perscrutar o universo não apenas através das ondas eletromagnéticas, que era tudo o que podíamos fazer até então, mas agora também através da propagação dessas deformações espaço-temporais.

Estes exemplos são ainda oportunos por serem normalmente ensinados no ensino médio, sendo que dificilmente os egressos da educação básica voltarão a refletir sobre eles. As reflexões sobre a natureza da ciência, ou seja, sobre as características da própria atividade científica, constituem-se assim numa ferramenta que pode otimizar consideravelmente situações como essa, promovendo ainda um aprendizado potencialmente mais significativo ao aluno. No entanto, os livros didáticos possuem uma abordagem histórica muito superficial (quando existente), o que também contribui para a não superação de visões deformadas da atividade científica (BARROS, 2012). É natural supor que um professor que não teve essas discussões em sua formação não esteja preparado para dirimir muitas questões do livro didático, e com isso o problema continua. O que é verdadeiramente uma pena, uma vez que a astronomia está em uma posição das mais

privilegiadas para se discutir temas contemporâneos, que muitas vezes chegam aos alunos de modo carregado de equívocos e visões inadequadas sobre a atividade científica em geral. Galáxias (HENRIQUE et al., 2010), buracos negros e ondas gravitacionais (SAA, 2016), exoplanetas e exploração espacial (ANDRADE, 2012), todos são temas que instigam bastante a curiosidade do aluno e podem servir como tema de discussão também sobre a natureza da ciência.

6. METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa em um âmbito educacional. A partir disso, duas características elencadas por Triviños (1987) esclarecem o seguimento deste trabalho: (i) as etapas da pesquisa qualitativa não são estanques, isto é, podem se modificar de acordo com as interpretações dos dados adquiridos; (ii) é necessário um aprofundamento apropriado na literatura, de tal forma a propiciar subsídios para o pesquisador delinear novos caminhos a partir da coleta de informações.

Sobretudo, Bogdan & Biklen (1994, p. 47) apontam cinco características da pesquisa qualitativa: (1) Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; (2) A investigação qualitativa é descritiva; (3) Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; (4) Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; (5) O significado é de importância vital na abordagem qualitativa. Como ressaltam ainda estes autores, não necessariamente toda pesquisa qualitativa abrange todos estes cinco pontos, estes podem conter diferentes graus de presença nos estudos qualitativos. Em virtude desta pesquisa escolher como objeto a relação entre os saberes dos professores e dos alunos, ou seja, ser uma pesquisa educacional e, também, pela forma como os dados desta pesquisa foram coletados, os quais serão comentados na sequência, a mesma também se caracteriza como pesquisa documental e bibliográfica.

6.1 ETAPAS DA METODOLOGIA

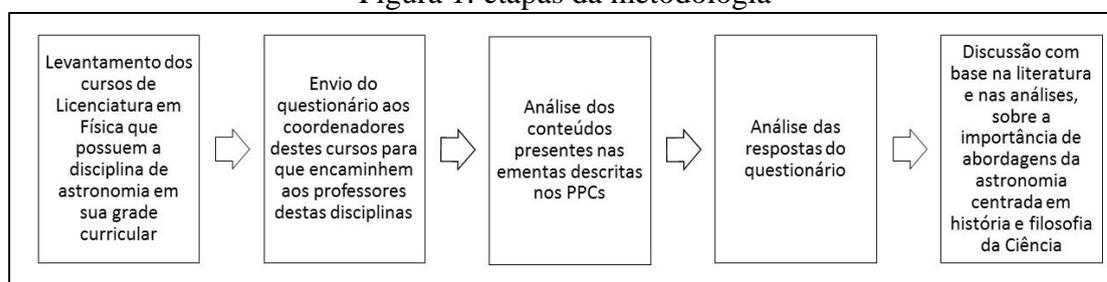
Para uma melhor visualização das etapas presentes nesta pesquisa, é oportuno resgatar os objetivos específicos da mesma:

- Analisar a quantidade de cursos de licenciatura em física presentes no Sul do Brasil;
- Analisar os conteúdos mais abordados na disciplina de astronomia dos cursos de licenciatura em física no Sul do Brasil;
- Identificar como são trabalhados os conteúdos da astronomia na formação inicial dos professores de física;

- Discutir as consequências de se trabalhar a astronomia na graduação, e sobretudo no ensino médio, sem os devidos cuidados epistemológicos;
- Discutir, a partir das informações coletadas, possíveis relações entre abordagens históricas e filosóficas e visões menos distorcidas sobre a atividade científica e os próprios conceitos de astronomia.

Em virtude destes objetivos específicos, as etapas da metodologia foram estruturadas da seguinte forma:

Figura 1: etapas da metodologia



Na primeira etapa, foi necessário fazer um recorte de amostragem, realizando um levantamento limitado aos estados do Sul do Brasil, buscando investigar a quantidade de cursos de licenciatura em física que possuem a disciplina de astronomia em sua grade curricular.

Para encontrar estes cursos, foi utilizado a plataforma do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), visto que nesta é possível solicitar um relatório dos cursos participantes. Como a última participação dos cursos de licenciatura em física no ENADE foi no ano de 2017, o levantamento desta pesquisa foi referente a este mesmo ano. A tabela a seguir mostra todas as 34 instituições do Sul do Brasil que possuem licenciatura em física e que participaram deste último exame.

Tabela 1: instituições que possuem o curso de licenciatura em física e que participaram do ENADE de 2017

Nº	Instituições	Município	Estado
1	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia de Santa Catarina	Araranguá	SC
2	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Catarinense	Concórdia	SC
3	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia de Santa Catarina	Jaraguá do Sul	SC
4	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Catarinense	Rio do Sul	SC
5	Universidade do Extremo Sul Catarinense	Criciúma	SC
6	Universidade Federal de Santa Catarina	Florianópolis	SC
7	Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina	Joinville	SC
8	Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Curitiba	PR
9	Universidade Federal do Paraná	Curitiba	PR
10	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Curitiba	PR
11	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Paraná	Foz do Iguaçu	PR
12	Universidade Estadual de Maringá	Goioerê	PR
13	Universidade Estadual do Centro-Oeste	Guarapuava	PR
14	Universidade Estadual de Londrina	Londrina	PR
15	Universidade Estadual de Maringá	Maringá	PR
16	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Paraná	Paranaguá	PR
17	Universidade Estadual de Ponta Grossa	Ponta Grossa	PR
18	Universidade Federal da Fronteira Sul	Realeza	PR
19	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Paraná	Telêmaco Borba	PR
20	Universidade Federal do Pampa	Bagé	RS
21	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul	Bento Gonçalves	RS
22	Universidade Luterana do Brasil	Canoas	RS
23	Universidade Luterana do Brasil (EAD)	Canoas	RS
24	Universidade Federal de Pelotas	Capão do Leão	RS
25	Universidade Federal da Fronteira Sul	Cerro Largo	RS
26	Universidade de Passo Fundo	Passo Fundo	RS
27	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Sul-Rio-Grandense	Pelotas	RS
28	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS
29	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS
30	Universidade Federal do Rio Grande	Rio Grande	RS

31	Universidade de Santa Cruz do Sul	Santa Cruz do Sul	RS
32	Universidade Federal de Santa Maria	Santa Maria	RS
33	Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Farroupilha	São Borja	RS
34	Universidade do Vale do Rio dos Sinos	São Leopoldo	RS

Após este levantamento, buscou-se o curso de licenciatura em física no site destas instituições. Na área do curso de licenciatura em física nestes sites, foi possível encontrar o Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Na sequência, foi investigado se o curso possuía a disciplina de astronomia/astrofísica introdutória ou disciplina equivalente constando explicitamente nas matrizes curriculares¹. A tabela a seguir apresenta todas as 28 instituições que possuem o curso de licenciatura em física com essas disciplinas no Sul do Brasil.

Tabela 2: disciplinas de astronomia nos cursos de licenciatura em física

Instituições	Unidade Curricular e carga horária		
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia de Santa Catarina – Araranguá	Fundamentos de astronomia e astrofísica – 80h	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Catarinense – Concórdia	Introdução a astronomia e astrofísica – 60h	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia de Santa Catarina – Jaraguá do Sul	Astronomia – 40h	Projetos de Astronomia – 40h	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Catarinense – Rio do Sul	Introdução a astronomia e astrofísica – 60h	-	-
Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina – Joinville	Astronomia – 54h	-	-
Universidade Federal do Paraná – Curitiba	Oficina para o Ensino de astronomia*	-	-

¹ Posteriormente, nas análises de dados, será apresentado a porcentagem destes cursos que possuem estas disciplinas obrigatórias e/ou eletivas.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Curitiba	Introdução a astronomia e astrofísica – 72h	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Paraná – Foz do Iguaçu	Astronomia – 80h	-	-
Universidade Estadual de Maringá - Goioerê	Astronomia – 68h	Astrofísica – 68h	-
Universidade Estadual do Centro-Oeste - Guarapuava	Introdução a astronomia – 68h	-	-
Universidade Estadual de Londrina	Introdução a astronomia e astrofísica – 60h	Física cósmica: cosmologia e raios cósmicos – 60h	-
Universidade Estadual de Maringá	Astronomia – 34h	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Paraná - Paranaguá	Introdução a astronomia – 60h	-	-
Universidade Federal da Fronteira Sul - Realeza	Astronomia I – 30h	Astronomia II – 30h	Astrofísica*
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Paraná – Telêmaco Borba	Tópicos de astronomia – 33h	-	-
Universidade Federal do Pampa - Bagé	Fundamentos de astronomia – 60h	Ensino de Astronomia – 30h	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul – Bento Gonçalves	Tópicos de astronomia – 80h	-	-
Universidade Luterana do Brasil - Canoas	Astronomia e Astrofísica – 76h	-	-
Universidade Luterana do Brasil (EAD) - Canoas	Astronomia e Astrofísica – 76h	-	-
Universidade Federal de Pelotas – Capão do Leão	Fundamentos de astronomia e astrofísica – 102h	-	-
Universidade Federal da Fronteira Sul – Cerro Largo	Astronomia e Astrofísica – 60h	Astrofísica Observacional*	Fundamentos de astronomia*
Universidade de Passo Fundo	Fundamentos de astronomia*	-	-

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Sul-Rio-Grandense - Pelotas	Astronomia*	-	-
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Porto Alegre	Astronomia – 60h	-	-
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre	Fundamentos de astronomia e astrofísica – 60h	Ensino de astronomia – 60h	História da astronomia – 60h
Universidade Federal do Rio Grande	Introdução a astronomia e astrofísica – 72h	-	-
Universidade Federal de Santa Maria	Introdução à Técnicas Observacionais em astrofísica – 60h	Introdução a astrofísica – 90h	-
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – São Leopoldo	Gravitação e astronomia – 60h	-	-

*Disciplinas que não foram encontradas as cargas horárias.

Além disso, dispendo dos PPCs destes cursos, foram encontradas 24 ementas destas disciplinas, sendo possível elencar os conteúdos mais abordados segundo estes documentos. Este levantamento foi realizado analisando cada ementa e contabilizando os temas que constavam em sua estrutura, sendo possível comparar com as outras ementas e verificar se as mesmas também continham os temas primeiros. Ao final, foi desenvolvido uma tabela com os conteúdos e a quantidade e porcentagem de disciplinas que os abordavam. Esse levantamento será apresentado posteriormente.

Na sequência, foi desenvolvido um questionário piloto na plataforma do *Google Forms* e encaminhado à três pesquisadores da área de educação, com trabalhos sobre concepções alternativas no ensino e ensino da natureza da ciência. Como apontam Kauark et al., (2010, p.58), “todo questionário deve passar por uma etapa de pré-teste, num universo reduzido, para que se possam corrigir eventuais erros de formulação”. Após seus apontamentos, foi realizada a modificação de algumas questões e, sobretudo, uma alteração na estrutura do questionário, separando-o em três blocos: 1) Dados gerais; 2) Ensino de astronomia; 3) Questões específicas.

Foram encontrados os e-mails de 30 coordenadores dos cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil que possuem a disciplina de astronomia em sua matriz curricular ainda no site de sua instituição. O questionário foi enviado aos mesmos solicitando sua colaboração para que o encaminhasse aos professores das disciplinas de astronomia/astrofísica introdutória ou

disciplinas equivalentes. Ao final, foram coletadas as respostas de nove professores, cujo perfil é apresentado na tabela 3.

Tabela 3: perfil dos professores da disciplina de astronomia

Nome:	Formação:
Professor 1	Licenciatura em Física (UFMG,1997) Especialização em Ensino de Física (UFMG,1998) Mestrado em Ensino de Ciências (UEL, 2011)
Professor 2	Bacharelado em Física (UNESP, 2004) Mestrado em Astronomia (IAG-USP, 2006) Doutorado em Astronomia (IAG-USP, 2011).
Professor 3	Licenciatura em Física (UEM, 2004) Mestrado em Ensino de Ciências (UEL, 2007) Doutorado em Ensino de Ciências (UTFPR, 2018)
Professor 4	Bacharelado em Física (USP, 2005) Mestrado em Astronomia (USP, 2008) Doutorado em Astronomia (USP, 2013)
Professor 5	Licenciatura em Física (UEM, 1983) Mestrado em Física (UNICAMP, 1986) Doutorado em Educação (UNICAMP, 1991) Especialização em Educação Científica (Mashav, Israel, 1992) Pós-doutorado I em Educação Científica (La Sapienza, Italia,1996) Pós-doutorado II (UNESP, Bauru, 2011)
Professor 6	Bacharelado em Física (UNICAMP, 1990) Mestrado em Física (UNICAMP, 1992) Doutorado em Ciências (Física) (UNICAMP, 1996) Licenciatura em Física (IFRS-Farroupilha, 2019)
Professor 7	Bacharelado em Física (UFPR, 1986) Mestrado em Física (UFPR, 1989) Doutorado em Astronomia (Observatório de Paris, 1993)
Professor 8	Licenciatura em física (UDESC, 2003) Mestrado em física (UDESC, 2017)
Professor 9	Bacharelado em Física (USP, 1990) Mestrado em Astronomia (USP, 1995) Doutorado em Astronomia (USP, 2001).

O questionário teve por objetivo compreender como ocorre o ensino de astronomia nestas disciplinas, concentrando-se em questões discursivas sobre a formação inicial destes professores, sobre sua prática nesta disciplina e sobre questões específicas da astronomia com um viés histórico-filosófico sobre a ciência neste âmbito. A intenção deste tipo de questão foi a de compreender melhor a visão destes professores sobre a natureza da ciência servindo para fundamentar as discussões a seguir. Como coloca Chagas (2000), as questões abertas em um questionário possibilitam algumas vantagens: a) Estimulam a cooperação; b) Permitem avaliar melhor as atitudes para análise das questões estruturadas; c) Cobrem pontos além das questões

fechadas; d) Têm menor poder de influência nos respondentes do que as perguntas com alternativas previamente estabelecidas. Na tabela 4 a seguir, são apresentadas as questões contidas neste questionário juntamente com suas intencionalidades.

Tabela 4: questionário justificado

Bloco	Questões	Objetivo
1	Nome:	Conhecer o perfil formativo destes professores e de sua prática.
1	Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).	
1	Instituição onde atua:	
1	Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:	
2	Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?	Conhecer as relações da formação inicial destes professores com a sua prática
2	Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?	
2	Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem que influências em sua prática docente?	
2	Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?	Entender se os professores destas disciplinas consideram importante a contextualização dos conteúdos de astronomia em sua prática
2	A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas	Verificar a visão dos professores sobre de que maneira o ensino de astronomia pode contribuir para uma compreensão mais adequada da atividade científica

	discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?	
2	Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.	Alinhando-se com os conteúdos mais abordados da tabela 5, esta questão visou identificar como ocorrem as observações astronômicas e as possíveis restrições de sua prática
2	Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?	Indicar como o professor trabalha as concepções dos seus alunos
2	Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.	Saber se o professor está consonante com as pesquisas sobre o ensino de astronomia
2	Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?	Saber se e como o professor trabalha as concepções alternativas de seus estudantes
3	Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente	Verificar como o professor trabalha este assunto devido ao amplo apontamento da literatura sobre a concepção de uma "gravidade zero"
3	Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do	Analisar a articulação do professor neste tema, pois o mesmo exibe características importantes sobre o desenvolvimento do conhecimento científico

	movimento planetário? Justifique.	
3	Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?	Compreender melhor os vieses epistemológicos do professores
3	Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?	
3	Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?	Analisar a articulação do professor em relação a sua concepção
3	O que é uma teoria científica?	

No Apêndice 1 encontram-se todas as respostas destes professores.

As etapas seguintes foram de análise dos levantamentos dos cursos de licenciatura em física que possuem a disciplina de astronomia em sua matriz curricular, dos conteúdos mais abordados e das respostas destes professores sobre sua prática e sobre a visão deles sobre o ensino de astronomia e da natureza da ciência. As discussões colocadas na sequência fundamentam-se também na literatura, articulando-se com a história e filosofia da ciência no ensino de física.

7. ANÁLISE DOS DADOS

A análise de dados está separada em três etapas. Primeiramente analisaremos os dados do levantamento sobre a situação da disciplina de astronomia nos cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil. Na sequência, discutiremos as respostas dos professores no questionário, buscando articula-las com o que diz a literatura e com o levantamento supracitado. E por fim, no capítulo seguinte, argumentaremos sobre a importância das disciplinas de astronomia e sua relação com elementos de história e filosofia da ciência.

7.1 A DISCIPLINA DE ASTRONOMIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DO SUL DO BRASIL

Como já apresentado, o Sul do Brasil possui 34 cursos de licenciatura em física. A quantidade destes cursos e sua distribuição em seu respectivo estado, é representado na figura 2 a seguir.

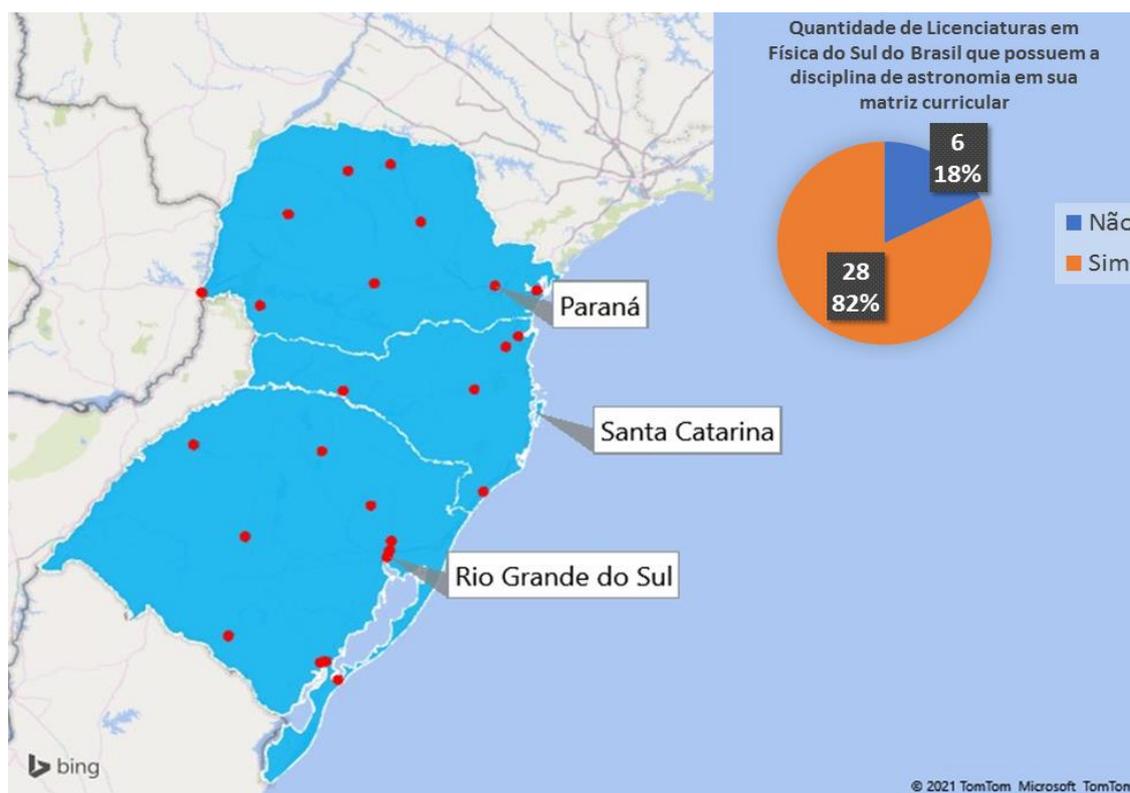
Figura 2: quantidade de cursos de licenciatura em física no Sul do Brasil e sua distribuição



Um último levantamento encontrado na literatura utilizando a mesma ferramenta, o ENADE, foi realizado pelos autores Justiniano et al., (2014). Estes autores encontraram no Sul do Brasil, apenas 20 cursos de licenciatura em física buscando os dados do exame de 2011. Vale ressaltar que estão contidos nestes dados os cursos de licenciatura em física de instituições públicas e particulares. Vemos então um crescimento de 14 cursos no Sul do Brasil entre os anos de 2011 e 2017.

Na figura 3 é apresentada a quantidade de cursos de licenciatura em física que possuem a disciplina de astronomia, sendo ela obrigatória ou eletiva, juntamente com a distribuição destes cursos no Sul do Brasil:

Figura 3: licenciaturas em física com a disciplina de astronomia



Ainda fazendo um comparativo com a pesquisa acima, em 2011 eram 16 cursos de licenciaturas em física que possuíam a disciplina de astronomia em sua matriz curricular (JUSTINIANO et al., 2014). Com este novo levantamento, vemos que esse número subiu para 28 cursos, ou seja, 82% dos cursos de licenciatura em física no Sul do Brasil possuem hoje a disciplina de astronomia, seja ela obrigatória ou eletiva. Esta progressão era esperada devido à extensa literatura apontando a formação inicial do professor como deficitária neste âmbito (LANGHI e NARDI, 2007; GONZAGA e VOELZKE, 2011; LANGHI, 2011), e uma das formas de dirimir este problema, como apontado por essas pesquisas, é através da adequação do currículo das próprias licenciaturas.

Além disso, com o lançamento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018, espera-se que este número cresça ainda mais, uma vez que consta neste documento a inclusão de conteúdos específicos de astronomia no ensino médio. Certamente, o contato do licenciando em física com os conteúdos específicos de astronomia já poderá contribuir neste aspecto, mas como será discutido mais à frente, apenas a inclusão da disciplina de astronomia nos cursos de licenciatura, e também de conteúdos de astronomia na educação básica, não é suficiente.

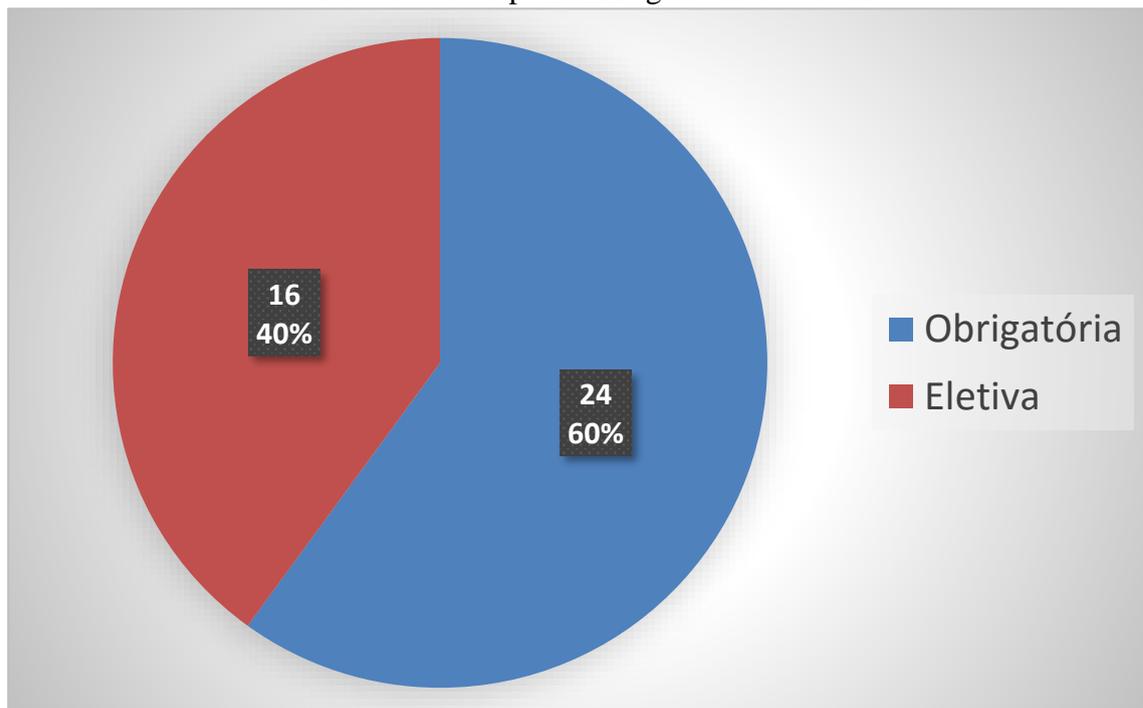
Outro dado que é possível retirar deste levantamento, é a quantidade de disciplinas de astronomia nos cursos de licenciatura em física no Sul do Brasil. Foram levantadas 40 disciplinas,

contabilizando obrigatórias e eletivas. Nos gráficos 1 e 2 a seguir, é apresentado a quantidade destas disciplinas obrigatórias e eletivas dos trinta e quatro cursos de licenciatura em física comentados na tabela 1.

Gráfico 1: disciplinas nos cursos de licenciatura do Sul do Brasil



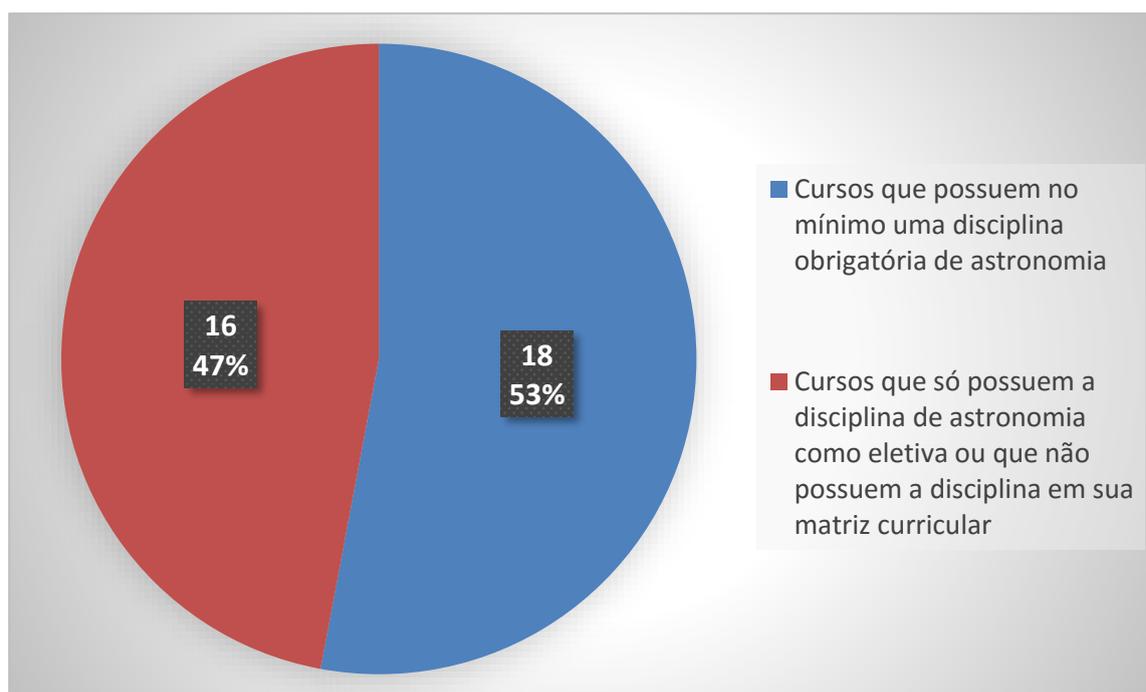
Gráfico 2: disciplinas obrigatórias e eletivas



Como comentado anteriormente, a astronomia está presente em 28 dos 34 cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil, o que pode parecer um resultado satisfatório. No entanto, quando é procurado fazer a distinção nestas disciplinas entre obrigatórias e eletivas, vemos que apenas 24, ou 60% destas, são obrigatórias. Novamente, podemos fazer um comparativo com a última pesquisa encontrada na literatura que buscou fazer este levantamento: nesta pesquisa, foram levantadas 9 disciplinas eletivas e apenas 7 disciplinas de astronomia obrigatórias nos cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil (JUSTINIANO et al., 2014). Este aumento de 17 disciplinas obrigatórias pode estar relacionado à quantidade de cursos analisados (a pesquisa dos autores acima encontrou 20 cursos de licenciatura em física no Sul do Brasil), como também pode ser interpretado com a importância que os cursos de licenciatura em física estão depositando nesta área, visando o aprimoramento de seus formandos. De todo modo, esta evolução está, novamente, concernente com o que a literatura propõe: a reestruturação do currículo das licenciaturas em física, com o intuito de aproximar o licenciando em física aos saberes de astronomia.

Além disso, o gráfico 1 apresenta as disciplinas de astronomia nos cursos de licenciatura em física, mostrando a separação das disciplinas obrigatórias e eletivas. Nele, vemos que 6 cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil não possuem nenhuma disciplina de astronomia. Sobretudo, vemos que 10 cursos possuem a disciplina de astronomia em sua matriz curricular apenas como eletivas. Analisando estes dados, podemos plotar o gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3: disciplinas de astronomia na formação inicial



O gráfico 3 indica que 47% dos cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil formaram professores de física que provavelmente não tiveram a disciplina de astronomia em sua graduação. Ou seja, esses professores de física foram (e outros professores podem estar sendo) formados sem discussões específicas da astronomia e/ou seu ensino. Pode ser um equívoco, até mesmo para alunos da graduação, disponibilizar esta disciplina apenas como eletiva, visto sua ampla influência no desenvolvimento da física e em outras áreas da ciência, e sobretudo, no próprio desenvolvimento da humanidade. Isto é, se estes estudantes iniciam a licenciatura em física já com suas concepções alternativas enraizadas, o que nos garante que os mesmos entenderão como necessárias as revisões de suas concepções através de uma disciplina de astronomia ofertada como eletiva? Transferir a responsabilidade deste problema para os licenciandos é se eximir da função norteadora de uma graduação pensada por profissionais do ensino. Além disso, sabe-se que a astronomia é amplamente citada nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2008), e mais recentemente na Base Nacional Comum Curricular como componente essencial a ser trabalhada na educação básica (BRASIL, 2018), ou seja, a astronomia é uma disciplina que deve ser vista com mais atenção nos currículos das licenciaturas em física.

Vale ressaltar que, por possuir um caráter bastante interdisciplinar, alguns temas certamente foram (e são) abordados nas disciplinas de física geral, ou mesmo em disciplinas como epistemologia e história da ciência e da física. No entanto, as discussões referentes à

astronomia nestas disciplinas são pontuais, muitas vezes servindo apenas como um objetivo propedêutico, no sentido de introduzir um novo tema, ou esclarecer um ponto particular da disciplina. Assim, algumas concepções inadequadas dos licenciandos sobre astronomia podem perdurar por não serem objetivamente trabalhadas em uma disciplina específica em sua graduação. Por exemplo, sabemos que é comum nos alunos do ensino médio (BACCON et al., 2016) a concepção de que os astronautas da estação espacial “flutuam” devido à inexistência de gravidade naquele ambiente. Ou então, que as estações de ano ocorrem em detrimento da aproximação da Terra ao Sol (SANZOVO e LABURU, 2016). Ou ainda, que as fases da Lua influenciam o nascimento de bebês (SILVEIRA, 2003). Como atacar essas concepções se o próprio professor não as tiver adequadamente?

Como vimos na fundamentação deste trabalho, estas concepções muitas vezes são oriundas da infância do sujeito, sendo bastante pessoais e resistentes a mudanças. Desta forma, se temos o intuito de que o licenciando não leve estas concepções inadequadas para a sua prática, é impreterível pensarmos em práticas metodológicas que visem, se não a mudança conceitual, ao menos a consciência de seu perfil conceitual. De todo modo, como discutiremos no último capítulo deste trabalho, a história e filosofia da ciência como abordagem metodológica pode ser uma boa direção para os professores das disciplinas de astronomia nos cursos de licenciatura trabalharem as concepções alternativas de seus alunos.

A seguir, é possível visualizar a distribuição das licenciaturas em física do Sul do Brasil que possuem a disciplina de astronomia obrigatória em sua matriz curricular:

Figura 4: distribuição da astronomia obrigatória nos cursos de licenciatura em física²



Como indicado na pesquisa de Justiniano et al. (2014), a região Sul e a região Centro-Oeste do Brasil se destacam por possuírem o maior número de licenciaturas em física com disciplinas específicas de astronomia em relação às demais regiões. No entanto, dado o número de licenciaturas em física no Sul do Brasil, vemos que a escassez de disciplinas obrigatórias ainda é grande, sobretudo se analisado sua distribuição em seus respectivos estados.

Ao passo em que a necessidade de ações em âmbito nacional são requisitadas (LANGHI, 2011), recomendando uma aproximação da comunidade escolar, da comunidade científica e da comunidade de astrônomos amadores, talvez também deva-se pensar na esfera de licenciaturas em física que já possuem a disciplina de astronomia, mas ainda como eletiva. Não há como naturalizar um professor de física que não saiba articular preceitos básicos da astronomia, assim como um filósofo que não sabe falar sobre os gregos; ou um biólogo que não sabe argumentar sobre a teoria da evolução; ou um químico sobre a evolução da tabela periódica. A disciplina obrigatória de astronomia no curso de licenciatura em física pode contribuir neste aspecto.

Ainda, no gráfico 1 vemos que a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) possui três disciplinas obrigatórias ofertadas em sua matriz curricular, cada uma com carga

² A cidade de Canoas (RS) possui dois cursos de licenciatura em física com disciplinas de astronomia obrigatórias.

horária de 60 horas. Este número se deve, certamente, à grande influência do centro de pesquisa em astrofísica, reconhecido mundialmente, e de cursos presentes nesta instituição relacionados a astronomia no âmbito da graduação, como também da pós-graduação. Desta forma, é o cenário que podemos indicar como o mais profícuo para desenvolver atividades no âmbito da astronomia. Assim, não argumentamos neste trabalho que os demais cursos de licenciatura em física sigam este padrão, este modelo. Mas certamente, com este exemplo, podemos ver que é possível a articulação de ao menos uma disciplina de astronomia obrigatória em todas as licenciaturas em física. Ademais, vemos na tabela 2 que os cursos de licenciatura em física da UFRGS e da Universidade Federal do Pampa (RS) alocaram em sua matriz curricular, além de uma disciplina obrigatória de astronomia, disciplinas específicas de ensino de astronomia, também obrigatórias (UFRGS – 60h; Unipampa – 30h). A depender do contexto no qual o curso se encontra, esta pode ser uma alternativa à inclusão de uma disciplina obrigatória de astronomia na licenciatura, uma vez que a proposta se encontra no âmbito acadêmico, possibilitando discussões específicas da astronomia e também discussões diretas sobre concepções alternativas, ensino-aprendizagem, transposição didática, enfim, discussões que podem auxiliar a futura prática do licenciando, visando a amenização de concepções inadequadas na educação básica.

Com o exposto, vimos que a região do Sul do Brasil possui relativamente um número razoável de licenciaturas em física com a disciplina de astronomia, mas ainda muitas destas estão sendo ofertadas apenas como eletivas, resultando possivelmente na formação deficitária no âmbito da astronomia de praticamente metade dos professores de física. Contudo, apenas a inclusão de uma disciplina obrigatória de astronomia nestes cursos, sem os devidos cuidados relacionados ao ensino neste âmbito, não irá nos garantir que os problemas amplamente citados na literatura, como concepções alternativas na educação básica e também na própria formação inicial do professor de física, sejam supridos. São necessárias discussões mais específicas sobre a articulação dos temas trabalhados dentro destas disciplinas, com o intuito de evitar que o professor em formação leve suas concepções alternativas para a educação básica. Com isso, elenca-se na tabela 5 os conteúdos que mais são abordados nas disciplinas de astronomia no Sul do Brasil.

Tabela 5: conteúdos mais abordados nas disciplinas de astronomia³

Conteúdos	Quantidade e porcentagem⁴ das disciplinas que abordam estes conteúdos
Sistema Solar (movimento planetário)	16 (66,7%)
Cosmologia (astronomia galáctica, extragaláctica, universo em expansão)	16 (66,7%)
Evolução estelar (Sol e outras estrelas)	13 (54,2%)
Instrumentos de observação	13 (54,2%)
Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal (gravitação)	11 (45,8%)
Astronomia de posição (coordenadas astronômicas, esfera celeste, identificação do céu noturno, constelações)	10 (41,66%)
História da astronomia (astronomia antiga)	9 (37,5%)
Espectroscopia	9 (37,5%)
Eclipses, Estações do ano, Marés, Fases da Lua	8 (33,3%)
Práticas de Observação (olho nu e telescópios)	8 (33,3%)
Revolução copernicana (heliocentrismo e geocentrismo)	6 (25%)
Diagrama HR	4 (16,66%)
Arqueoastronomia, etnoastronomia	3 (12,5%)
Exoplanetas	2 (8,33%)
Ensino de astronomia	2 (8,33%)
Astrobiologia	1 (4,16%)
Exploração espacial, Astronáutica, Satélites ⁵	0

Embora a maioria dos trabalhos encontrados na literatura apontando os principais temas a serem trabalhados na educação básica sejam referentes aos anos iniciais, é relevante a discussão sobre que temas da astronomia seriam mais adequados de serem trabalhados na formação inicial do professor de física.

³Considera-se que estas ementas estejam atualizadas e que sejam transparentes, em vista de estarem em um documento tão importante para estes cursos como é o PPC.

⁴ Em relação a quantidade total de 24 ementas analisadas.

⁵ Foi incluído este conteúdo devido as discussões que serão realizadas na sequência.

Para responder esta questão, normalmente recorre-se aos saberes que estes professores em formação precisam ter para a sua prática letiva futura, e assim, a consulta dos principais documentos norteadores parece indicar o que é necessário ensinar. Em relação ao ensino médio, especificamente ao que compete a disciplina de física, é requisitado nos PCN+ o tema estruturador *Universo, Terra e Vida* (BRASIL, 2008)⁶, que é composto das seguintes unidades temáticas:

Tabela 6: temas da astronomia orientados de serem trabalhados no ensino médio

<p>1. Terra e sistema solar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.); • Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.
<p>2. O Universo e sua origem</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo; • Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

⁶ Vale ressaltar que a BNCC também aponta neste sentido (BRASIL, 2018).

<p>3. Compreensão humana do Universo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações; • Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual; • Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.
--	--

Partindo do pressuposto de que a qualidade da formação inicial do professor seja determinante para a qualidade de sua prática letiva, encontramos algumas similaridades entre o que o professor aprende em sua formação inicial (tabela 5) e o que o mesmo precisa desenvolver em sua prática no ensino médio (tabela 6). A começar pelo item 1 da tabela 6: vemos que 66,7% das disciplinas de astronomia dos cursos de licenciatura em física preocupam-se com o ensino do sistema solar, vulgo movimento planetário. Contudo, alguns conteúdos parecem não ser tão trabalhados, como os *Eclipses*, *Estações do ano*, *Marés*, *Fases da Lua*, aparecendo apenas em 8% destas disciplinas. Em detrimento disso, pode-se questionar: como o professor recém formado em física irá trabalhar estas temáticas no ensino médio, se as mesmas não foram trabalhadas nem mesmo em sua graduação? Como vimos, Langhi (2011) argumenta que muitos dos professores, por possuírem sua formação inicial deficiente no âmbito da astronomia, recorrem a livros didáticos para abordarem a astronomia, os quais normalmente representam esta temática com inúmeras inadequações. Ainda, aponta que, muitas vezes, os professores omitem a

astronomia em virtude de sua insegurança em relação ao tema, justamente por não terem sido trabalhados objetivamente em sua graduação. Parece certo que, de qualquer modo, as concepções alternativas inadequadas dos estudantes do ensino médio são mantidas, ou então, ressignificadas erroneamente.

Em relação ao item 2: vemos na tabela 5 que a cosmologia é bastante citada nestas ementas, 66,7%. A discussão em relação a este ponto em específico recai na forma como são articuladas as teorias e modelos de universo nestas disciplinas. Desta forma, este ponto será discutido mais profundamente na próxima sessão, com as respostas do questionário entregue aos professores destas disciplinas.

Em relação às discussões que o professor do ensino médio é orientado a realizar sobre a vida em geral, no contexto cósmico, encontramos que em apenas 4,16% das disciplinas (ou apenas 1 disciplina) de astronomia, há essa discussão. A astrobiologia é um campo de pesquisa oriundo de pesquisas da astrofísica e da biologia, sendo assim, um campo fértil para o professor de física desenvolver atividades interdisciplinares no ensino médio. Porém, sem a devida articulação em sua graduação, o professor ficará refém de notícias e especulações das mais variadas fontes, ocasionando diversas concepções inadequadas sobre nossa posição em relação ao universo, bem como a própria existência de vida em outros planetas. Recentemente, por exemplo, tivemos o pouso do *rover Perseverance*, que tem como intuito procurar por indícios de vida no passado de Marte, juntamente com o *Ingenuity*, o primeiro helicóptero enviado a outro planeta que fará o primeiro voo motorizado fora da Terra. Inclusive, como consta na tabela 5, não foi encontrado nenhum tema relacionado à exploração espacial nestas disciplinas. O potencial para abordagens referentes a tenacidade habitacional de seres vivos fora da Terra, de estudos sobre a constituição atmosférica de outros planetas e suas luas, é excelente neste contexto, sobretudo quando pensamos nos exoplanetas. A tabela 5 aponta que apenas 2 disciplinas (8,33%) abordam este tema, numa época em que 4367⁷ exoplanetas já foram catalogados (NASA, 2021).

Estas temáticas são importantes para o professor de física conhecer e/ou estruturar seus conceitos sobre elas em sua formação inicial, pois não se tem previsão de qual será o contexto em que o mesmo se encontrará em sua prática letiva futura. Analisando os documentos norteadores, podemos concluir que talvez uma das principais funções de uma disciplina de astronomia nos cursos de licenciatura em física seja o de preparar o professor formando para os

⁷ Dado do dia 21 de Março de 2021.

mais variados contextos em que o mesmo poderá se situar na educação básica, além, claro, de apresentar todo o potencial didático desta área do conhecimento.

O item 3 orienta ao professor trabalhar aspectos socioculturais da astronomia na educação básica. Vemos na tabela 5 que dez disciplinas (41,66%) preocupam-se com os conteúdos relacionados a *Astronomia de posição (coordenadas astronômicas, esfera celeste, identificação do céu noturno, constelações)*. Nesta temática, o professor tem a possibilidade de conhecer os “diferentes céus” de nossos antepassados, de entender como ocorreu a separação entre o misticismo e a ciência, através da astrologia e da astronomia, identificar constelações de nativos brasileiros, como a constelação da Ema, e entender o seu propósito. Discussões neste sentido podem passar para o professor em formação uma ideia de ciência mais humana, de construção. Ainda neste contexto, encontramos as temáticas *Arqueoastronomia, etnoastronomia* sendo abordadas por três disciplinas (12,5%) e também vemos que a *História da astronomia (astronomia antiga)* é abordada por nove disciplinas (37,5%). Uma apresentação adequada destes temas na formação inicial do professor de física pode contribuir na sua própria compreensão de como a astronomia evoluiu ao longo dos anos, desde a necessidade de registrar um raio de Sol no fundo de uma caverna até a foto de um buraco negro.

Além disso, vemos na tabela 5 que em oito disciplinas (33,3%) são realizadas práticas de observação, sejam a olho nu ou via telescópios. Em contrapartida, temos o conteúdo *Instrumentos de observação* em treze disciplinas (54,2%) de astronomia. Embora a divergência não seja tão grande, é importante salientar que se o professor em formação não realizar observações, é necessário cautela em abordagens que visem apresentar os instrumentos de observação. Ao passo em que são apresentados os conceitos ópticos envolvidos nestes instrumentos, sejam em disciplinas de física básica ou até mesmo na disciplina de astronomia, se o professor em formação não tiver um contato direto com algum destes instrumentos, pode ser criada a ideia de que esta é uma ciência distante de seu futuro trabalho, inviável de ser reproduzida em sala de aula.

Todos que já realizaram observações via telescópios, sabem que ao ver Saturno com seus anéis praticamente na vertical (tudo o que não esperaríamos ver), o espanto enrustido de curiosidade aparece e pode ser a ferramenta ideal para desmitificar uma física aparentemente chata e monótona (só o é em contextos mal aproveitados pelo professor). Para que isso seja abordado na educação básica, é necessário que o professor em formação conheça os instrumentos mais sofisticados da astronomia. Mas também que saiba que é possível articular práticas de observação sem muito investimento financeiro.

Ainda, foram encontrados os conteúdos sobre as *Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal (gravitação)* em onze disciplinas (45,8%), e também a *Revolução copernicana*

(*heliocentrismo e geocentrismo*) em seis disciplinas (25%) de astronomia. Estes conteúdos são comumente trabalhados no ensino médio e possuem grande potencial para desmitificações de concepções inadequadas principalmente sobre a natureza da ciência.

Por fim, o professor pode ter ainda em sua formação inicial conteúdos que ampliam seu cotidiano, como *Cosmologia (astronomia galáctica, extragaláctica, universo em expansão)* e *Evolução Estelar (Sol e outras estrelas)*. Estes conteúdos, em especial, podem levar a outra noção que a astronomia carrega intrinsecamente: a infimidade. Pode ser importante ao passo em que a astronomia é apresentada como um corpo de conhecimento ancestral, e que nos permite uma concepção mais profunda do Universo, mostrar nosso lugar no mesmo. Como disse Carl Sagan no primeiro episódio da série *Cosmos*: “nós somos uma forma do Cosmos se autoconhecer”. Talvez se o professor de física tiver a consciência dessa nossa efemeridade, as suas aulas possam ser também mais centradas na discussão axiológica que a astronomia abrange. Trabalhos na educação básica com este viés podem apresentar aos estudantes a relação íntima do ser humano com o Universo, e do ser humano consigo mesmo.

Como discutido, não podemos naturalizar professores de física sem familiaridade com conceitos básicos de astronomia. Praticamente todo o seu trabalho é oriundo desta área. Os dados desta pesquisa indicam: i) a necessidade de uma ação no currículo das licenciaturas em física, buscando efetivar a disciplina de astronomia como obrigatória em suas matrizes curriculares e ii) que é possível criar uma disciplina de astronomia obrigatória em virtude da vastidão de conteúdos que abarcam a mesma, e que podem ser definidos de acordo com o contexto em que a licenciatura se encontra (formação dos professores na instituição, infraestrutura, etc.).

Após esta discussão sobre as disciplinas de astronomia nas licenciaturas em física, apresentaremos na sequência as respostas dos professores dessas disciplinas ao questionário implementado para avaliar como são articulados alguns conteúdos desta área, e também a visão destes professores sobre algumas características da ciência no âmbito da astronomia.

7.2 ASTRONOMIA E NATUREZA DA CIÊNCIA NA VISÃO DOS PROFESSORES DE ASTRONOMIA

Como consta na tabela 4, o questionário foi estruturado em três blocos: 1) Dados Gerais, 2) Ensino de Astronomia e 3) Questões específicas. Na sequência desta seção será discutido o perfil formativo destes professores, a relação de sua formação inicial com a sua prática letiva na disciplina de astronomia, sua relação com as pesquisas sobre ensino de astronomia e, sobretudo,

sua articulação com a natureza da ciência.

7.2.1 O PERFIL DOS PROFESSORES DE ASTRONOMIA

Como é possível ver na tabela 3, quatro dos nove professores de astronomia possuem como formação inicial o curso de licenciatura em física, sendo que os demais foram formados bacharéis. Ainda, o Professor 6 possui como formação inicial o bacharelado em física, mas recentemente (2019) concluiu a licenciatura em física. Resgatamos essas informações na tabela 7 a seguir.

Tabela 7: formação inicial dos professores de astronomia

Professor	Formação inicial
Professor 1	Licenciatura em física
Professor 2	Bacharel em física
Professor 3	Licenciatura em física
Professor 4	Bacharel em física
Professor 5	Licenciatura em física
Professor 6	Bacharel em física
Professor 7	Bacharel em física
Professor 8	Licenciatura em física
Professor 9	Bacharel em física

Quatro dos nove professores que participaram desta pesquisa possuem alguma especialização na temática da astronomia. Naturalmente, isto não significa que os demais professores não estejam aptos a lecionar esta disciplina, apenas demonstra uma aproximação dos egressos em programas de pós-graduação em astronomia para a área de ensino. Em sua pesquisa, Justiniano et al., (2014) comenta que “não parece possível ensinar astronomia com qualidade sem a participação dos astrônomos”. Certamente que o papel dos astrônomos é importante no contexto de ensino da astronomia, principalmente se adotarmos a concepção de transposição didática.

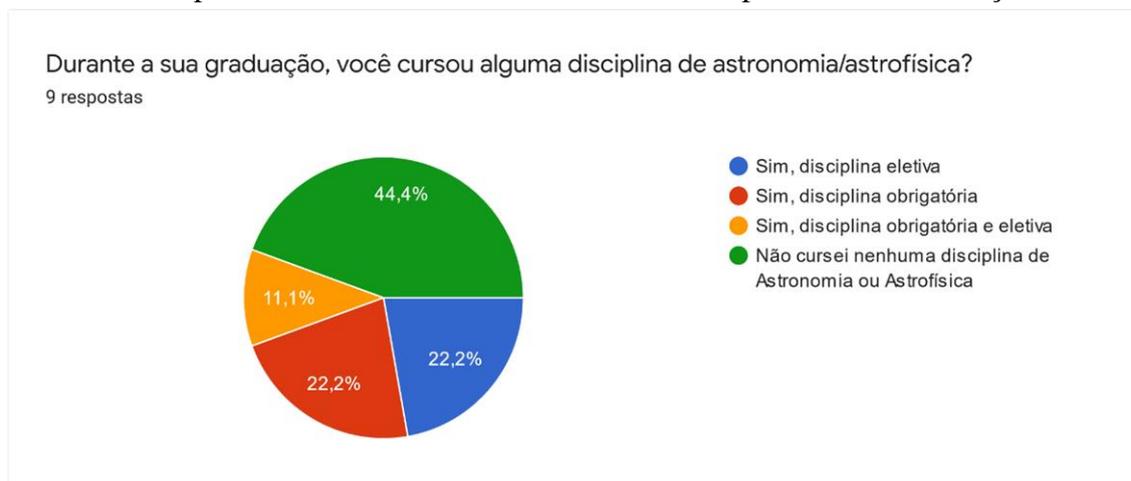
A transposição didática pressupõe a existência de um processo de transformação do Saber em três patamares: Saber Sábio, Saber a Ensinar e Saber Ensinado. O Saber Sábio diz respeito ao saber original, está presente e é construído pela comunidade científica, ou seja, é contruído

por cientistas e pesquisadores; No Saber a Ensinar, o conhecimento é reestruturado em uma linguagem que se adequa ao ensino, sendo desta forma, reorganizado. Quem realiza este trabalho são os professores, autores de livros didáticos, especialistas das disciplinas específicas, etc.; No Saber Ensinado é onde ocorre a adequação do conhecimento à sequência didática, ou seja, ao tempo de sala de aula. O professor é quem detém o papel principal neste último (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2006).

Para o caso do ensino de astronomia, podemos apontar que o astrônomo e o astrofísico são os profissionais responsáveis pelo desenvolvimento do Saber Sábio, professores e pesquisadores da área de ensino pelo desenvolvimento do Saber a Ensinar e, o professor, na articulação do Saber Ensinado. Como comentado anteriormente, o astrônomo possui o seu papel e é fundamental para a própria interpretação da transposição didática. Ainda, práticas de ensino desenvolvidas por estes profissionais tendem a ser ricas aos estudantes, proporcionando, muitas vezes, a própria aproximação do aluno no contexto da pesquisa científica da astronomia. Por outro lado, como visto, é o professor quem detém (não exclusivamente) as ferramentas necessárias para tornar o conhecimento mais popular, o conhecimento intelegível à população em geral. Então, pode-se dizer que a qualidade do ensino de astronomia relaciona-se de forma mais auspiciosa com a articulação do professor de astronomia em sala de aula e, sobretudo, com sua relação particular com a astronomia. Desta forma, buscar entender a prática dos professores de astronomia e sua visão sobre o ensino de astronomia, e ciência de modo geral, pode nos indicar as condições em que estas disciplinas estão sendo lecionadas.

Ao longo deste trabalho discutimos que os conteúdos de astronomia, quando trabalhados objetivamente ainda na formação inicial do professor de física, podem possibilitar melhorias em sua prática futura na educação básica. Ao propor isso, tornou-se relevante questionar os professores das disciplinas de astronomia sobre sua visão em relação à sua própria formação inicial, e sua prática letiva nos cursos de licenciatura em física. O gráfico a seguir apresenta a quantidade destes professores que tiveram uma disciplina de astronomia ou astrofísica em sua graduação:

Gráfico 4: professores de astronomia com a esta disciplina em sua formação inicial



Dentre os nove professores questionados, quatro deles não cursaram nenhuma disciplina referente a astronomia na graduação, dois tiveram-na como obrigatória, dois professores apenas como eletiva e um professor a teve como obrigatória e eletiva. Desta forma, as duas questões seguintes foram destinadas aos professores que tiveram esta disciplina em sua graduação.

Foi perguntado aos professores qual era a característica desta disciplina, isto é, se a mesma aproximava-se mais dos conceitos físicos da astronomia ou se já era pensada de forma a dialogar com o ensino da mesma. Com exceção do professor 1, que respondeu dizendo que os trabalhos na disciplina de astronomia em sua graduação eram articulados tanto no campo da física quanto no campo da divulgação científica, todos os demais professores disseram que esta disciplina era trabalhada com mais ênfase na física. Ainda, o professor 6 argumentou:

Conteúdo e organização do mesmo conteúdo sempre foi e será é a parte mais importante de qualquer curso. Assim, me detive mais no campo de estudo da Física. Ensino de Física, como ensino em outras atividades humanas dependem fundamentalmente do INTERESSE de quem está obtendo esta informação. É importante uma boa didática, uma metodologia adequada, mas não é o principal. A evolução da sociedade humana comprova isso: há 50 anos atrás não havia carga pedagógica e de área de formação humana no cursos, nem havia licenciatura em áreas como física ou química e eram formados físicos brilhantes e que transmitiam muito bem seus conhecimentos. Mas, a plateia tem que querer (Professor 6).

Evidentemente, o interesse do estudante em relação ao que o mesmo estuda será fundamental para o aprendizado mais adequado. Mas talvez o professor não se lembre, ao sinalizar que a “plateia tem que querer”, que as discussões da área de ensino chamam justamente a atenção para aspectos de motivação (LABURÚ, 2006), para que alcancemos mais estudantes bem formados, para além daqueles que o seriam de qualquer modo, apesar do professor e não devido a ele.

Como foi discutido anteriormente, em um contexto em que os ingressantes dos cursos de licenciatura em física carregam consigo concepções alternativas inadequadas sobre astronomia, talvez seja relevante uma preocupação mais direta com estes saberes, caso contrário, pode-se estar contribuindo inconscientemente com a perpetuação de concepções inadequadas na educação básica. Desta forma, as metodologias de ensino propostas pela literatura, podem contribuir no aprendizado mais efetivo dos conteúdos de astronomia, e também elucidar características fundamentais da ciência. No próximo capítulo, como já comentado, veremos como a história e filosofia da ciência pode contribuir neste aspecto no ensino de astronomia.

Quando questionados sobre a influência da(s) disciplina(s) de astronomia de sua graduação em sua prática como professor de astronomia, o Professor 4 relatou ser difícil fazer a separação entre o que o mesmo cursou na graduação e o que estudou em sua pós voltada para a astronomia. Por outro lado, obtivemos as seguintes respostas do Professor 1 e do Professor 9:

Sempre tive interesse na área de ensino, e a disciplina específica da graduação me influenciou um pouco. Fui mais influenciado a partir da participação em projetos e atividades de astronomia junto a outros professores da área de ensino durante a graduação e durante a especialização (Professor 1).

Apesar da busca por novas metodologias e por novos conhecimentos sobre astronomia, muitas vezes me vejo repassando metodologias e/ou conhecimentos similares daqueles da minha graduação. São influências extremamente positivas na minha prática docente, que mostra que boas práticas aprendidas, podem ser repassadas com nenhuma parcimônia (Professor 9).

Dialogando a resposta do Professor 1 com a resposta anterior do Professor 6, vemos que o interesse é fundamental para a participação de ações relacionadas ao ensino. Sobretudo, muitas vezes a oportunidade em participar de tais ações são provindas das próprias instituições, de seus cursos, ou ainda, de suas disciplinas. Ainda, ações como de pesquisa e de extensão, além de possuírem diversas características que fundamentam a formação inicial do professor, parecem também ser vistas como uma alternativa às possíveis fragilidades da disciplina de astronomia.

O relato do Professor 9 parece convergir com a importância que a literatura deposita na formação inicial do professor. Como apontam Costa et al., (2016, p.61): “a formação inicial exerce papel preponderante na futura atuação docente, pois é neste momento que conhecimentos iniciais podem ser trabalhados e significados”. Desta forma, pode-se inferir que estratégias pedagógicas bem definidas pelo professor de astronomia na licenciatura têm o potencial de elucidar as concepções que o licenciando possui sobre os conteúdos específicos da astronomia, fazendo-o preocupar-se com as concepções de seu futuros estudantes da educação básica, possibilitando a amenização de possíveis concepções inadequadas nesta etapa formativa.

7.2.2 A PRÁTICA LETIVA DOS PROFESSORES DE ASTRONOMIA

Na sequência do questionário os professores comentaram sobre a importância das contextualizações no ensino de astronomia. No geral, os professores afirmaram que a contextualização possibilita diversas vantagens no aprendizado de conteúdos específicos da astronomia e, também, que a contextualização parece motivar os estudantes. Algumas das respostas:

[...] A contextualização tem a vantagem de aproximar a Astronomia das vivências mais rotineiras dos estudantes, seja falando sobre o movimento do Sol, da Lua e das estrelas, algo observável a olho nu, seja mostrando que a Astronomia é uma ciência com a qual é possível discutir questões CTSA [...] (Professor 2).

[...] a contextualização os ajuda a entender qual o problema a ser discutido, além da motivação do assunto (Professor 4).

Sempre tento contextualizar. E sempre tento mostrar o porquê. [...] Além disso, o interesse dos alunos aumenta visivelmente (Professor 6).

Costumo utilizar o contexto histórico dos conteúdos trabalhados e também a discussão sobre notícias atuais e acontecimentos relacionados à astronomia (Professor 8).

Sim. Tento contextualizar alguns temas específicos de Astronomia [...] (Professor 9).

Assim, parece haver um consenso entre os professores de astronomia sobre a contextualização e sua importância. Encontramos na literatura diversos trabalhos apontando que a contextualização histórica dos conteúdos específicos da ciência pode possibilitar aos estudantes uma melhor compreensão da construção do conhecimento científico (GAGLIARDI & GIORDAN, 1986, PEDUZZI, 2001, SILVA, 2006, EL-HANI, 2006, MARTINS, 2006, NARDI, 2007, BATISTA, 2007). Sendo a astronomia uma temática naturalmente instigadora, práticas centradas em contextualizações históricas podem contribuir significativamente no aprendizado dos estudantes sobre os seus conteúdos específicos e também sobre a própria ciência. Ao serem questionados em que temas e como realizam tais contextualizações na disciplina de astronomia, os professores comentaram:

Pra mim, na apresentação histórica da mudança do geocentrismo para o heliocentrismo é um momento oportuno para discutir os processos de produção de conhecimento científico. Outro momento, é quando discutimos a Energia Escura e a Matéria Escura, uma Física mais de fronteira e ainda não bem estabelecida. [Estas] discussões ocorrem durante a disciplina (Professor 2).

Eu faço algumas menções históricas, tentando contextualizar como era a sociedade na

época de Galileu ou Copérnico. Costumo também mencionar a importância das mulheres cientistas na astronomia, em especial os casos da Jocelyn Bell Burnell (que descobriu os pulsares) ou de Cecilia Payne-Gaposchkin, a qual fez a tese de doutorado mais importante da astrofísica estelar (seu trabalho revela as bases para a determinação da abundância química das estrelas). Entretanto, são menções rápidas, sem uma discussão mais aprofundada (Professor 4).

Sempre saliento o caráter histórico e instrumental da Astronomia, como ciência da comunicação social, pois para cobri-la foram necessárias informações de diferentes lugares do planeta (Professor 5).

O tópico de Astronomia que mais permite "investigar" o contexto social é "Astronomia Antiente". Há que se tomar cuidado para abordar aspectos reais e observáveis dos sítios arqueológicos relativos à Astronomia. Evitar poluir com quaisquer aspectos ideológicos. Ater-se apenas à discussão científica. O legado deste tópico é a Astronomia atual com sua larga aplicação na evolução e bem estar da sociedade humana. Exemplo: a pesquisa espacial proporcionou a obtenção de satélites. Estes por sua vez são fundamentais nas telecomunicações (Professor 6).

Ultimamente tem surgido muitas discussões a respeito das empresas privadas que trabalham na exploração espacial. [Estas] discussões podem ocorrer durante as aulas ou em outros momentos (Professor 8).

Resgatando os dados da tabela 5, vemos que o Professor 2 citou um dos conteúdos mais presentes nas disciplinas de astronomia como potencial cenário para discussões acerca dos processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, como é o caso de *Cosmologia (astronomia galáctica, extragaláctica, universo em expansão)*, que está presente em 66,7% das disciplinas analisadas. Ainda, este professor e o Professor 4 mencionaram o conteúdo *Revolução copernicana (geocentrismo e heliocentrismo)* que está sendo trabalhado em 25% destas disciplinas. Sobre este último conteúdo, o professor familiarizado com as discussões epistemológicas atuais, sabe que tem a oportunidade de amenizar significativamente algumas concepções deformadas sobre a atividade científica, como por exemplo a concepção empírico-indutivista (GIL-PÉREZ et al., 2001), que é bastante comum entre professores e licenciandos. Devido ao seu potencial explicativo, é um infortúnio encontrarmos este conteúdo em apenas 25% das disciplinas de astronomia. De todo modo, este assunto será aprofundado na sequência.

Além disso, o Professor 4 foi o único a referenciar o trabalho feminino dentro da astronomia. Este é um conteúdo que, além de apresentar uma ciência construída por atividades tanto femininas quanto masculinas, pode levantar importantes questionamentos sobre o espaço da mulher ao longo da história na ciência, e também na contemporaneidade. Não obstante, a partir do questionário implementado constatou-se que todos os professores de astronomia participantes desta pesquisa são homens. Este levantamento corrobora com a ainda restrita participação das mulheres nas áreas da ciência, como mostrado por Grossi et al., (2016).

O professor 6 menciona o conteúdo levantado na tabela 5 *Arqueoastronomia*,

etnoastronomia, presente em apenas 12,5% das disciplinas analisadas. A contribuição desta área temática ganha relevância por apresentar o desejo e a necessidade em comum de diferentes povos ancestrais em catalogar aspectos percebidos no céu. Embora o significado atribuído aos padrões vistos no céu obtidos pelos Babilônios, Maias, Egípcios e Indianos tenham sido diferentes, a motivação como característica humana, parece assemelhar-se. As reflexões a partir deste viés são as mais variadas. Mas certamente, uma das quais pode-se considerar como mais proeminente, é a relação passado-futuro e nosso lugar na contemporaneidade.

Exploração espacial, Astronáutica, Satélites é um conteúdo que não foi encontrado em nenhuma das disciplinas. Apesar de, como relatado pelo Professor 8, ser um assunto recorrente em suas aulas, o mesmo apresenta-se esporadicamente, muitas vezes ausente na estratégia pedagógica do professor de astronomia. A manifestação de interesse dos licenciandos nesta temática pode indicar a oportunidade de trabalhar aspectos sócio-políticos através dos registros históricos da ida do homem à Lua, por exemplo, e também da atual exploração em Marte. Novamente citando Carl Sagan (1990, p. 263), “vivemos em uma sociedade extremamente dependente da ciência e tecnologia, na qual pouquíssimos sabem alguma coisa sobre ciência e tecnologia”. Talvez o que pode-se esperar de um professor de física, é uma mínima articulação sobre as pesquisas de fronteira, das explorações espaciais, e a percepção de equívocos propalados pela mídia. Trabalhos sobre Astronáutica, desenvolvidos na disciplina de astronomia em sua formação inicial, podem contribuir neste aspecto e, sobretudo, na sua futura prática docente na educação básica.

Quando questionados sobre a promoção de observações astronômicas em sua prática, o Professor 7 levantou a problemática sobre as limitações em se conseguir equipamentos de observação. Assim, sugeriu como alternativa o desenvolvimento de atividades de construção destes equipamentos com os licenciandos:

Uma astronomia moderna precisa de equipamento, de método para compreender os dados, o equivalente das disciplinas de física experimental: medidas, dados, ajuste de função, obtenção dos parâmetros, compreensão. Infelizmente esbarra-se em dificuldades institucionais em conseguir equipamentos. A solução "temporária" é incitar os estudantes a fazerem seus próprios experimentos, mas ao mesmo tempo são limitados pelo tamanho do semestre (Professor 7).

As práticas de construção de instrumentos de observação podem contribuir significativamente no interesse dos licenciandos. Além disso, o professor em formação poderá levar esta experiência para sua prática na educação básica, onde as condições para conseguir estes equipamentos podem ser ainda mais escassas. Nesta construção, alguns conceitos que

envolvem, por exemplo, a óptica, tanto geométrica, quanto a física, podem ser esclarecidos, servindo como uma excelente contextualização desses conceitos. Os demais professores afirmaram realizar observações, sem ressalvas. Além disso, o Professor 3 enfatizou que as práticas observacionais podem fazer com que o estudante se interesse em aprender astronomia.

Por possuírem uma característica instigadora, as práticas observacionais deveriam ocorrer em todas as disciplinas de astronomia, quando possível. Pode ser relevante que o licenciando, além de conhecer os conceitos específicos envolvidos na observação, conheça também o manuseio de telescópios, saiba identificar constelações, planetas e estrelas no céu. Como indicado na tabela 5, as *Práticas de Observação (olho nu e telescópios)* estão presentes em apenas 8,33% dos cursos de licenciatura em física. Este dado não condiz com a realidade concebida pelos professores de astronomia através do questionário, apontando uma possível incoerência nas ementas de astronomia presentes nos PPCs ou em sua articulação pelos professores.

Na pergunta sobre a utilização de artigos sobre as pesquisas em ensino de astronomia em sua prática, encontrou-se um dissenso nas respostas dos professores. Os Professores 3, 4, 7 e 8 disseram que não utilizam artigos, sendo que o restante utiliza. O Professor 9 comenta:

Há vários artigos interessantes para atingir esse propósito. Eu trabalho dissecando literalmente o artigo para que não fique nenhuma dúvida sobre o assunto. Para tal, faço cópias do artigo e distribuo para grupos de alunos discutirem. Depois, fechamos um questionário para amarrar aqueles conceitos presentes no artigo. Confesso, que essa era uma prática do meu orientador de doutorado, que em sua disciplina dissecava vários artigos científicos também com esse propósito. Apenas repasso da mesma forma (Professor 9).

A utilização de artigos pode incentivar os licenciandos a conhecer diferentes estratégias desenvolvidas para o ensino de astronomia. Como já discutido, a formação inicial do professor de física fornece subsídios que o mesmo levará para sua futura prática, e ao conhecer a progressão da literatura sobre o ensino de astronomia, sua prática pode passar por diversas manutenções que podem gerar contribuições promissoras no ensino-aprendizagem de conceitos adequados. Ainda, a abordagem que apresente a característica de discussão dos artigos lidos, pode proporcionar ao professor de astronomia indícios de concepções inadequadas nos licenciandos. Estas, em vista do que foi discutido até então, parecem pertinentes de serem trabalhadas.

Ao serem questionados como trabalham quando seus estudantes apresentam concepções alternativas inadequadas, os professores também parecem se dividir. O Professor 1 por exemplo, diz que as concepções alternativas são explicitamente tratadas na disciplina. O Professor 5 disse que utiliza a contra-argumentação. O Professor 4, o Professor 7 e o Professor 8 relatam:

Eu tento mostrar experiências que indicam porque o conceito do aluno está incorreto e como a interpretação dessa experiência leva à resposta aceita pela comunidade científica (Professor 4).

[...] a mesma discussão que fez uma determinada ideia cair pode ser usada. Por exemplo, o geocentrismo caiu não é por que a teoria heliocêntrica é correta mas sim por que as previsões (modelo) de longitudes dos planetas tinham um erro maior do que o das medidas. Todas as dificuldades dos estudantes seguem mais ou menos o mesmo caminho que a humanidade tem, só não deve levar 2000 anos para fazer o estudante compreender (Professor 7).

Aprofundando os aspectos da concepção apresentada buscando fazer com que o aluno perceba que em algum momento a concepção [dele] não possui fundamentação científica (Professor 8).

Estas respostas podem indicar que estes professores possuem como objetivo de aprendizagem a mudança conceitual, isto é, que consideram necessário que o estudante abandone sua concepção quando apresentado ao conceito científico, como visto na fundamentação deste trabalho. Naturalmente, pelo próprio desenvolvimento da estrutura do conhecimento científico, algumas concepções alternativas a ele estarão sendo criadas pelos sujeitos através de senso comum e empiria, e às vezes serão oriundas mesmo do conhecimento religioso ou folclórico. Desta forma, é importante no contexto da astronomia e da formação inicial do professor, que estas divergências de concepções sejam trabalhadas, e conhecer como as são pode nos indicar aprimoramentos nesta área. Por exemplo, o Professor 2, comentou:

Nunca me apareceu nenhuma concepção exageradamente absurda, como terraplanismo. Teve um estudante que dizia acreditar em horóscopo e outro que dizia não acreditar em Matéria Escura. Foram em aulas dialogadas e minha conduta foi mediar a discussão, dando a fala a cada um dos pontos de vista (Professor 2).

Esta estratégia pode permitir ao professor conhecer outras concepções alternativas que podem estar sendo reprimidas pelo estudante. Ao criar o diálogo entre os estudantes, o Professor 2 parece, talvez até inconscientemente, trabalhar as concepções de seus alunos utilizando a metodologia de “instrução pelos colegas” (*Peers Instruction*, em inglês, como também conhecido na academia), que pode ser definido como

[...] um método de ensino baseado no estudo prévio dos materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem de conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes (ARAÚJO e MAZUR, 2013, p.367).

Este diálogo pode favorecer o esclarecimento de dúvidas dos conceitos científicos de um

determinado estudante, em razão da proximidade de seu colega a esta mesma dúvida. Neste cenário, o papel do professor é como mediador das discussões, ou mesmo um facilitador do aprendizado (sem diminuir sua atuação como personagem fundamental no processo). Desta forma, é importante elucidar que “aprender física passa também pela formalização dos conceitos e, principalmente, pelo desenvolvimento de habilidades associadas à resolução de problemas quantitativos” (ARAUJO e MAZUR, 2013, p. 377). Como a disciplina de astronomia normalmente possui a característica de apresentar as interpretações físicas apenas como fundamento do assunto trabalhado, esta metodologia parece contribuir no aprendizado dos licenciandos.

Os Professores 3, 6 e 9, parecem demonstrar uma tendência de ter um objetivo de aprendizagem coerente com a noção de perfil conceitual, isto é, consideram a concepção do estudante como um conjunto de ideias que podem ser adequadas quando aplicadas em diferentes contextos. Suas respostas em relação a como trabalham, ou trabalhariam, uma concepção alternativa apresentada pelo estudante:

Procuro discutir, chamando a atenção para as questões problemáticas da visão alternativa, porém tenho respeito porque aquilo faz muito sentido para o sujeito, assim convido ele a pensar em outras coisas que vão além ou contra o que ele pensa (Professor 3).

[...] tentaria mostrar via cálculos, documentários referenciados e artigos acadêmicos sobre a impossibilidade de tal fenômeno. Mas jamais seria inquisidor. Os indivíduos precisam evoluir por seus próprios meios. Um curso acadêmico é um facilitador e não o "tribunal da Inquisição" (Professor 6).

Se for por crença religiosa, tento me dirigir ao aluno cuidadosamente, mostrando um outro olhar para esses conceitos, sem agredir suas crenças. Se for por fake news aí é mais fácil o convencimento, pois tem várias formas de mostrar experimentalmente para o aluno que a Terra, por exemplo, não é plana (Professor 9).

Estendendo a questão com um exemplo, exploramos na sequência a concepção de que os astronautas da estação espacial “flutuam” devido à falta de gravidade naquele ambiente, concepção bastante recorrente entre os estudantes (BACCON et al., 2016). Sabemos que uma simples articulação algébrica da Lei da Gravitação Universal de Newton mostra que, apesar da aceleração gravitacional na altura da órbita média da estação espacial ser menor que a na superfície da Terra, a gravidade ali ainda está presente com uma intensidade semelhante à da superfície, e o movimento orbital de queda livre é que é responsável pelo fenômeno da imponderabilidade. Com a noção de perfil conceitual, podemos entender os motivos de, mesmo depois de serem apresentados ao conhecimento científico, alguns estudantes persistirem em manter as suas concepções alternativas, uma vez que podem ser mais significativas ao sujeito.

Assim, ao questionar os professores sobre como os mesmos explicam ou explicariam os motivos dos astronautas flutuarem na estação espacial, podemos elencar algumas respostas interessantes para a discussão:

Este é um tema que abordo explicitamente, em função da ideia errônea comumente compartilhada de que "flutuam por que não há gravidade"... Faço uso de modelos didáticos e das leis da mecânica aplicada aos movimentos curvilíneos para argumentar que a força gravitacional, não apenas existe, como é necessária para explicar o movimento em órbita em torno da Terra... e tbm uso a ideia de "estar sempre caindo junto com a estação espacial na mesma órbita". Uso o clássico desenho de Newton tbm (como colocar um corpo em órbita) (Professor 1).

Eu talvez usasse a experiência mental clássica do Einstein, sobre a queda livre dentro de um elevador. Essa pergunta nunca me foi feita. Por outro lado, eu confesso nunca ter pensado em respostas pra essa pergunta e nem me lembrava exatamente que o motivo da flutuação era queda livre. Então, se me perguntassem na hora, seria bem capaz que eu desse a explicação errada (gravidade mais fraca no espaço), mas eu ficaria na dúvida se era essa mesma a real explicação e iria pesquisar depois a resposta correta. Uma vez checado isso, eu provavelmente usaria a experiência mental clássica do Einstein (Professor 4).

Sempre uso questionários para avaliar concepções alternativas e esta é uma das primeiras questões. 90% acreditam porque não há gravidade! Aí uso a história da ciência galileana até chegar na compreensão da imponderabilidade (Professor 5).

[...] Essa situação não ocorreu, eu provoço ela. [...] Esse exemplo permite (e eu faço isso) a obtenção da aceleração centrípeta usando cálculo de limites e derivadas, sem gambiarra e sem decoreba. Observei que os alunos curtem muito [...] (Professor 6).

[...] Isto é Física Básica I, simples, mas... é um impacto! O estudante leva um tempo para digirir pois os "preconceitos" estão muito arraigados e a tendência é não querer acreditar. Aqueles que compreendem você pode ver no rosto no instante que compreendem: o movimento dos olhos "brilha" (Professor 7).

Ainda, o Professor 2 relatou trabalhar este assunto na disciplina que leciona de Física Geral I. O Professor 3 explicaria conforme a definição de imponderabilidade. E o Professor 8 relatou sugerir vídeos com aviões em voo parabólico.

Com estes relatos, vemos que a forma como os professores de astronomia abordam este tema é bastante dependente de sua experiência profissional. Por exemplo, os professores 1, 6 e 9 parecem recorrer às interpretações físicas do fenômeno, enquanto o professor 5 recorre à história da ciência. No contexto de ensino, ambas as formas de trabalho podem ser significativas aos estudantes. A depender da afinidade que o estudante tem com as formas de abordagem, sua concepção alternativa pode ser superada. Ainda, esta resistência em superar a sua concepção, ou como o Professor 7 comentou "os preconceitos", Langhi (2011) explica como sendo oriunda de etapas formativas anteriores, sendo possível também advirem de mitos e crenças, ou também da própria infância dos estudantes. Desta forma, o professor de astronomia pode ser também o

agente de transformação de mundo desses estudantes, ajudando a filtrar maneiras de pensar mais satisfatórias.

Ainda nesta questão, o Professor 4 mencionou que nunca fora questionado em sala de aula sobre este tema e, se o fosse, possivelmente explicaria de maneira equivocada o motivo dos astronautas flutuarem. Como o Professor 1 e o Professor 5 comentaram, esta é uma concepção recorrente entre os estudantes. Desta forma, se esta questão não for explicitamente atacada em algum momento da formação inicial do professor de física, o mesmo pode levar esta concepção para a sua prática na educação básica.

A disciplina de astronomia pode ser o espaço ideal para discutir tal concepção, no entanto, não é o único. Como comentado pelo professor 7, os conteúdos trabalhados em Física Básica I já são suficientes para que o estudante compreenda este fenômeno. Porém, com o atual contexto em que a astronomia na educação básica se encontra, pode ser relevante realizar esta discussão também na disciplina de astronomia, sendo com abordagens mais centradas na interpretação física do fenômeno ou através da história da ciência. O importante é apresentar os conceitos científicos ao professor em sua formação inicial, para que o mesmo tenha subsídios para trabalhar estas e outras concepções alternativas dos estudantes na educação básica.

Como último ponto desta seção, os professores de astronomia foram questionados sobre a forma como avaliam seus alunos. Novamente, encontrou-se disparidades nas respostas diversas:

Através da participação em atividades de observação, atividades práticas com construção de modelos didáticos, seminários e resolução de problemas (Professor 1).

Por meio de trabalhos voltados para o ensino de astronomia e provas sobre o conteúdo teórico (Professor 3).

Por meio de trabalhos, questionários e de apresentações de temas. Neste semestre, os discentes devem preparar uma aula e apresentá-la para a turma (Professor 4).

Listas de exercícios, Seminários, debates sobre filmes e documentários (levo em conta a participação/interação), atividades práticas como construção de calendários estelares, etc. (Professor 6).

As turmas em geral são pequenas então é possível fazer atividades avaliativas curtas. Podem envolver cálculos, conceitos, discussões em sala e atividades práticas de manuseio do telescópio (Professor 8).

A avaliação dá-se através de prova escrita sobre os tópicos abordados e seminários sobre temas específicos (Professor 9).

A avaliação pode ser outro elemento importante que os professores destas disciplinas podem utilizar para identificar as concepções alternativas de seus estudantes. Os Professores 1,

4, 6 e 9 mencionaram avaliar a realização de seminários. Como o licenciando é orientado a falar sobre um determinado tema, o professor pode perceber possíveis equívocos provenientes de concepções inadequadas, e intervir para que estas sejam superadas.

Na questão anterior, sobre como os professores trabalham as concepções alternativas dos estudantes, o Professor 2 mencionou uma prática que pode ser promissora: o diálogo entre os estudantes, com a mediação do professor e a sua intervenção quando necessária. Sobretudo, este diálogo pode ser ainda mais construtivo, se as discussões forem embasadas por artigos científicos como elemento de discussão relacionados ao ensino de astronomia. Esta prática pode ser útil em permitir que o professor identifique uma concepção alternativa e intervenha se necessário. Além disso, a possibilidade de utilização de artigos científicos pode fornecer ao licenciando diversas ferramentas que o mesmo poderá utilizar em sua prática na educação básica.

7.2.3 A VISÃO DOS PROFESSORES DE ASTRONOMIA SOBRE A NATUREZA DA CIENCIA

Como visto na fundamentação deste trabalho, as concepções alternativas não se referem apenas aos conteúdos específicos (de astronomia, no nosso caso) mas também à própria atividade científica. Definir o que é ciência não é uma tarefa fácil, mas podemos encontrar na literatura especializada alguns indícios sobre o que ela não é. Partindo disso e, possuindo toda uma fundamentação orientando práticas didáticas centradas em história e filosofia da ciência que podem auxiliar o entendimento de conteúdos da ciência e também sobre a atividade científica, sondamos também a visão dos professores de astronomia sobre a atividade científica. Para isso, trouxemos algumas questões sobre episódios específicos da história da astronomia associados ao desenvolvimento do conhecimento científico.

Como primeira questão a ser discutida, foi perguntado aos professores sobre o conteúdo que está presente em onze (45,8%) disciplinas de astronomia dos cursos de licenciatura em física no Sul do Brasil, as *Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal (gravitação)*. Foi assim colocado:

Questão: Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.

Antes de colocar suas respostas, vale a pena realizar um pequeno resgate na literatura para contextualizar nossa análise. Tycho Brahe foi um importante astrônomo na história da ciência, que começou seus estudos por caminhos que hoje consideramos distintos da ciência: o misticismo. Ao presenciar um eclipse parcial do Sol, Brahe ficou encantado por este fenômeno ter sido previsto com exatidão pelos astrônomos, e assim, iniciou seus estudos na *astrologia*. Progressivamente Brahe foi construindo sua carreira como astrônomo, mas nunca abandonou sua crença na astrologia, adquirindo inclusive prestígio na corte por seus trabalhos como astrólogo. Brahe forneceu importantes dados catalogados do posicionamento dos planetas do sistema solar, os quais foram preponderantes para Johannes Kepler desenvolver seus estudos. Porém, diferentemente do que se poderia pensar, estes dados não foram o ponto de partida de suas proposições (as hoje chamadas Leis de Kepler).

Kepler foi um dos personagens centrais na revolução científica do heliocentrismo, defendeu os pressupostos de Copérnico e buscou estabelecer seu próprio modelo de universo utilizando os poliedros de Platão. Ao se deparar com os dados observacionais disponíveis na época, incluindo os dados do próprio Tycho Brahe, Kepler percebeu inconsistências entre o seu modelo e o observado. Kepler então procurou reelaborar seu modelo, por diversas vezes, até que finalmente chegasse às leis do movimento planetário (PRAXEDES e PEDUZZI, 2009). Por sua vez, Isaac Newton, ao desenvolver a Lei da Gravitação Universal, procurou mostrar que esta pode ser induzida das Leis de Kepler, sendo esta demonstração encontrada em diversos livros didáticos⁸. No entanto, as discussões de epistemólogos do século passado apontaram que esta versão indutivista está equivocada, isto é, a Lei da Gravitação Universal corrige as Leis de Kepler:

A lei da gravitação universal não pode ser logicamente derivada das leis de Kepler simplesmente porque ela contradiz, corrige as mesmas; a primeira lei de Kepler afirmava que as órbitas planetárias eram elipses, e a teoria de Newton permitiu demonstrar que as mesmas não são rigorosamente elipses (são aproximadamente elipses); adicionalmente Kepler afirmara que os cometas descreviam trajetórias retilíneas e a teoria de Newton predisse trajetórias aproximadamente elípticas, parabólicas ou hiperbólicas para eles. Predições da mecânica newtoniana foram surpreendentemente corroboradas (algumas após a morte de Newton, como a do retorno do cometa previsto por Halley - o cometa Halley). Ora, se existisse a lógica indutiva, o mínimo que deveria ocorrer nas induções das leis a partir dos fatos é que as leis não contraditassem estes mesmos fatos (SILVEIRA, 1996, p. 203).

Algumas respostas dos professores de astronomia indicam uma visão indutivista da

⁸ Como exemplo, pode-se consultar o livro de Herch Moysés Nussenzveig (2013), Curso de Física Básica: Mecânica, na página 198.

ciência:

Kepler determinou suas leis a partir da observação minuciosa (de Tycho Brahe) das posições de alguns planetas... Talvez poderíamos chamar suas leis de "empíricas" e específicas para o fenômeno observado. Já Newton sedimentou uma visão mecânica de mundo com leis gerais, muito mais amplas, das quais pode-se deduzir as leis de Kepler... (Professor 1).

A trajetória elíptica é uma das soluções possíveis da Lei da Gravitação de Newton no problema de dois corpos. Entretanto, há as trajetórias parabólicas e hiperbólicas. Tais trajetórias irão depender da energia total do sistema de dois corpos. Pode haver perturbações graças a interação de um terceiro corpo (a descoberta de Netuno, por exemplo, que causa perturbações em Urano). Eu acho que tem que deixar muito claro que, em primeira ordem, as trajetórias são elípticas devido à interação planeta-Sol, **mas perturbações são possíveis** (Professor 4).

De fato a Lei as Leis de Kepler são caso particular da Gravitação Newtoniana. E isso é demonstrável. **Eu faço isso para os alunos em sala.** As Leis de Kepler não são aproximações matemáticas. Kepler usou um vasto banco de dados EXPERIMENTAIS de Tycho Brahe e sua própria medidas para chegar a conclusão da excentricidade das órbitas, do fato de serem elípticas. Além disso, Kepler estava trabalhando com os planetas. Na época em questão não haviam sido registradas órbitas parabólicas e hiperbólicas ainda. Isto só viria a acontecer em meados de 1800. E órbitas circulares, embora possíveis teoricamente não foram observadas dado o grande número de perturbações nos corpos celestes, esse fato também desconhecido à época (Professor 6).

[...] Sim são uma aproximação e não são somente. **Elas descrevem a trajetória que o corpo assume e portanto descobrimos qual é a força que atua sobre o corpo (função da distância).** São adequadas para obtermos a Lei da Gravitação que conhecemos, mas sabemos que não existem somente dois corpos pontuais interagindo, portanto para corpos reais, para muitos corpos devemos extrapolar (integrar) para obtermos o que queremos. Nenhuma órbita é elíptica, mas podemos definir uma elipse local, instantânea, assintótica (Professor 7).

Não diria que são uma aproximação, mas sim um dos casos da lei da Gravitação. Como Kepler verificou sua teoria utilizando as tabelas de observação de objetos conhecidos e nessas tabelas não existiam objetos com trajetórias parabólicas ou hiperbólicas, ele acabou convergindo somente para as órbitas elípticas (Professor 8).

Na ideia indutivista, a Lei da Gravitação Universal teria sido induzida das Leis de Kepler, inclusive, o próprio Newton afirmou que não inventava hipóteses e que a sua teoria havia sido obtida dos fatos (SILVEIRA, 1996, p. 202). Considerando uma órbita planetária circular, vemos que a segunda lei de Kepler implica em um movimento uniforme. A partir daí, utilizando-se o conceito de aceleração centrípeta e o princípio fundamental da dinâmica, de Newton, pode-se encontrar a Lei da Gravitação Universal. Este exercício realizado por Newton e, como comentado, encontrado em diversos livros didáticos de física, algebricamente é possível. Porém, quando são analisadas estas duas teorias que explicam o mesmo fenômeno, percebe-se que a Lei da Gravitação Universal apresenta-se como mais completa e abrangente, haja vista sua capacidade de explicação de fenômenos que as Leis de Kepler não podiam explicar, como por

exemplo, as órbitas parabólicas ou hiperbólicas, o motivo da atração entre os corpos e sua proporcionalidade com as massas. Desta forma, a Lei da Gravitação Universal consegue explicar o que as Leis de Kepler explicavam, porém acrescentando elementos em sua estrutura que esta segunda não possuía. Assim, embora o exercício algébrico seja possível, são duas teorias distintas limitadas aos preceitos e à época dos cientistas que a elaboraram.

O Professor 4 comentou que “[...] *tem que deixar muito claro que, em primeira ordem, as trajetórias são elípticas devido à interação planeta-Sol, mas perturbações são possíveis*”. E o Professor 7: “*Elas descrevem a trajetória que o corpo assume e portanto descobrimos qual é a força que atua sobre o corpo (função da distância)*”. As Leis de Kepler não preveem que tais perturbações possam existir. E também, de um ponto de vista histórico, não era possível à Kepler encontrar a relação da força em função da distância. Kepler, assim como Copérnico, acreditava em uma ordem implícita ao universo e não fazia sentido real questionar o motivo das coisas estarem como estavam. Algumas respostas dos professores sugerem uma visão aproblemática e ahistórica da ciência: os problemas que Kepler enfrentou para desenvolver seu trabalho foram diferentes do que os de Newton. “O que era importante para Kepler não o era para Newton” (PRAXEDES e PEDUZZI, 2009, p. 7).

Ainda, os professores demonstraram deduzir as Leis de Kepler através da Lei da Gravitação Universal. Apesar de ser possível realizar este exercício algébrico também, esta atividade encontra a inconsistência temporal e pode transmitir uma visão dogmática e fechada do trabalho científico. Esta visão já é amplamente encontrada entre os próprios professores na educação básica, e passa a ideia de uma ciência com os conhecimentos já elaborados, que não mostra as dificuldades em conseguir tais interpretações, não apresenta os questionamentos e as problematizações naturais da atividade científica (GIL-PÉREZ et al., 2001). Como comentado anteriormente, Kepler dedicou-se persistentemente até encontrar um modelo que correspondia aos dados catalogados por Tycho Brahe. Desta forma, o comentário do Professor 2 parece convergir com a visão mais adequada:

"Apenas uma aproximação" me parece ser uma expressão reducionista que não abarca toda a complexidade da questão. Constitui, de fato, uma aproximação matemática que pode ser mais ou menos precisa de acordo com a situação. Mas também não representa somente isso, pois há diferentes tipos de aproximações matemáticas, com algumas delas representando equações empíricas sem uma base conceitual que a ampare. No caso das Leis de Kepler, elas carregam significados conceituais que, ainda que perenes, moldam concepções de mundo e com implicações epistemológicas (Professor 2).

Como já discutido, a astronomia é naturalmente um tema que instiga a curiosidade dos estudantes. Por possuir esta característica, os conteúdos nela abordados podem encontrar maior

significado nos estudantes. Na fundamentação deste trabalho, foi colocado que nem todo aprendizado significativo é necessariamente o aprendizado de um conceito correto (ou mais aceito cientificamente). Portanto, devem ser constantes as preocupações referentes aos conteúdos abordados nesta disciplina, sobretudo quando aborda-se o desenvolvimento do conhecimento científico, em vista da ampla literatura apontando visões deformadas do trabalho científico.

Destarte, buscou-se investigar a visão que estes professores possuem sobre o papel da observação/experimentação na atividade científica. A literatura aponta que a concepção de ciência empirico-indutivista e ateórica é amplamente encontrada nos professores. Esta visão indica que a atividade científica se origine da observação/experimentação, dispensando o papel das hipóteses como orientadoras da investigação (GIL-PÉREZ et al., 2001). Alguns autores argumentam ainda que a produção do conhecimento científico “não pode ser entendida através da *epistemologia empirista* (apesar dos livros-texto e muitos cientistas assim acreditarem) e não pode ser descrita como consequência da aplicação de um *método científico* que começa com resultados observacionais/experimentais” (SILVEIRA e PEDUZZI, 2006, p. 47).

Assim, os professores foram questionados sobre qual a sua visão sobre o papel da observação/experimentação na atividade científica. Os Professores comentaram:

Penso que teorias/modelos científicos e observação/experimentação são processos que dialogam o tempo todo na atividade científica de maneira multifacetada e complexa. Evito abordagens muito simplistas tais como "a teoria sai diretamente da observação", por exemplo... muitas vezes a observação é guiada por alguma teoria... os processos de teorização e observação/experimentação são interativos e indispensáveis na atividade científica (Professor 1).

Vejo como uma relação de complementariedade. A observação sendo essencial para o provimento de informações e corroboração (ou não) de novas ideias (Professor 2).

O "olhar" é condicionado pela forma pré-reflexiva de compreender o mundo: "theory-laden"... o mundo é carregado de teoria e isto condiciona o olhar (Professor 5).

Uma teoria não vale de nada se não puder ser testada. Dados experimentais não são nada se não pudermos compreendê-los. Observação/Experimentação são indissociáveis da construção, da exploração de uma teoria. A teoria é fundamental para compreender e podermos explorar um fenômeno físico/astronômico (Professor 7).

Apesar da sua resposta na questão anterior sugerir que sua visão esteja mais relacionada com a empirico-indutivista da atividade científica (“*Kepler determinou suas leis a partir da observação minuciosa (de Tycho Brahe) das posições de alguns planetas...*”), esta colocação do Professor 1 parece apresentar uma visão mais sofisticada da atividade científica, assim como as respostas do Professor 2 e do Professor 5. O Professor 7 parece fazer menção a testabilidade como elemento de critério para a validação de uma teoria científica. Esta é uma visão de ciência

que alinha-se com a epistemologia de Karl Popper, importante epistemólogo do século passado (SILVEIRA, 1996).

Os Professores 3 e 4, dizem que os modelos astronômicos no passado, tinham uma relação mais íntima com as observações:

Muito importante. Observação e teorias criam os modelos. Os primeiros modelos astronômicos eram muito apegados à observação. Atualmente, os modelos extrapolam a observação, dando pistas do que ocorreu no passado e do que ocorrerá no futuro, como modelo do BigBang, da evolução do sistema solar, da evolução estelar, etc (Professor 3).

Do ponto de vista da astronomia grega, as explicações para os movimentos dos objetos no céu tinham que ser dadas a partir das formas perfeitas e em MCU. Não eram teorias desenvolvidas a partir da observação propriamente dita, o que foi feito posteriormente por Galileu e por Kepler. Hoje em dia, embora as teorias vigentes na Astronomia são baseadas em observações feitas ao longo de muitos anos, as observações recentes são realizadas para resolver problemas bastante específicos da área (por exemplo, os problemas relacionados à formação e evolução de galáxias, de grandes estruturas como aglomerados de galáxias, etc) (Professor 4).

As pessoas que possuem uma maior familiaridade com a astronomia, certamente já leram/ouviram a expressão “o céu é o laboratório do astrônomo”. Compreendendo o trabalho dos astrônomos na contemporaneidade, é notória a ampla estrutura computacional necessária para observar o que as teorias vigentes contemplam. Na astronomia grega, era completamente diferente. A teoria vigente, por exemplo, de movimentação planetária (ptolomaica e seus epiciclos), era facilmente corroborada com as observações a olho nu que eram realizadas. Então, apesar de serem cenários bastante diferentes, as discussões epistemológicas do século passado nos apresentam noções de ciência que se estendem por toda a história. Desta forma, assim como Ptolomeu precisou observar a movimentação dos planetas para corroborar a ideia dos epiciclos, os astrofísicos também precisam observar a inexistência de matéria bariônica nas galáxias para corroborar a ideia de matéria escura. Embora hoje, seja possível considerar que estamos mais próximos da natureza que os gregos a dois mil anos atrás, a relação entre teoria e observação na contemporaneidade parece ser tão íntima quanto na antiguidade.

Ainda, o Professor 4 sugere que depois de Galileu e Kepler, as teorias científicas foram desenvolvidas a partir das observações e, as teorias vigentes na área da astronomia/astrofísica, são utilizadas para resolver os problemas criados por elas mesmas. Para discorrer sobre essa resposta, lembremos que talvez o personagem mais central da história da física que proporcionou as concepções que temos de universo na atualidade, seja Albert Einstein. Com a relatividade geral conseguimos um maior entendimento daquela força que Newton dizia ser proporcional às massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância. No entanto, Einstein nunca fez

menção às estrelas que não emitem luz, ou ainda, nunca observou ondas gravitacionais, apesar de ambos serem decorrentes de suas teorias. Nesta perspectiva, não se tem espaço para a ideia de que uma teoria científica começa da observação, dos dados adquiridos, ao menos de um modo generalista. Ainda, a visão de que os astrônomos/astrofísicos trabalham com as teorias vigentes para resolverem seus problemas, parece remeter à visão kuhniana de uma ciência normal, onde a atividade de pesquisa científica passa por um período longo e acrítico, e os cientistas normais são dirigidos pelo padrão vigente. Esta visão foi duramente criticada por Popper e Lakatos por remover a racionalidade do cientista (OLIVEIRA, 2020), ou seja, tornando o cientista em seu trabalho uma pessoa sem criticidade e que desempenha seu papel como um operário científico.

Outras respostas:

[...] via de regra a Física é uma área do conhecimento muito sólida, baseada firmemente em EXPERIMENTOS. A observação repetida de um fenômeno aliada à metodologia científica leva à formação de uma Teoria Científica [...] (Professor 6).

A observação (pode ser um experimento mental) indica os aspectos que devem [ser] abordados por uma teoria científica. E a teoria deve estar de acordo com as observações feitas (Professor 8).

Depois de Galileu, não há mais volta. Sem a confirmação ou respaldo observacional, estaríamos regredindo para o tempo da inquisição, aceitando todos os dogmas estabelecidos. A observação de um determinado fenômeno, sua reprodutibilidade e a aplicação de um método científico é de fundamental importância para a validação de teorias científicas. Não dá para desvincular teoria e prática (Professor 9).

O Professor 6 apresentou possuir uma epistemologia empírico-indutivista, com o relato aparentando colocar a experiência/observação como ponto de partida de uma teoria científica. O Professor 8 também parece sugerir isso, na medida em que aponta a limitação das teorias pelas observações realizadas. O Professor 9 sugere que sem a confirmação ou respaldo observacional as teorias científicas poderiam ser comparadas aos dogmas da igreja. Provavelmente o professor sabe disso, mas a verificabilidade não pode ser um critério para a avaliação de uma teoria científica. Na visão de Popper, a testabilidade, a refutabilidade ou falsificabilidade, representa uma melhor forma de qualificar a teoria. Ainda,

Se a verificabilidade for apenas uma exigência para as conclusões derivadas de teorias científicas, então a teoria do feiticeiro que prediz que amanhã chove ou não chove (não precisamos esperar até amanhã para saber que será verificada), ou do astrólogo que vaticina *alguém importante morrerá brevemente*, deverá ser considerada científica (SILVEIRA, 1996, p. 206).

Importante comentar que a literatura aponta a visão empírico-indutivista da ciência como

prejudicial à compreensão da atividade científica no ensino (GIL PÉREZ, 1986; GIL PÉREZ et al., 2001; SILVEIRA, 1996; PEDUZZI e RAICIK, 2020). Não há dúvidas quanto à importância da observação e experimentação na ciência, elas nos apresentam, certamente, maneiras de avaliar nossas teorias. No entanto, a noção de que os cientistas precisam observar o fenômeno, para daí descrever o que estão compreendendo daquilo, ignora alguns aspectos centrais da atividade científica, reduzindo todas as problematizações naturais da ciência ao papel da observação. Como colocado por Silveira e Peduzzi (2006, p. 47), “a relação da empiria com a teoria é muito mais complexa do que a história empirista julga”.

Para buscar compreender um pouco mais a visão dos professores de astronomia sobre a natureza da ciência, os professores foram questionados sobre a sua visão em relação às revoluções que ocorreram na ciência, como por exemplo, a revolução copernicana e a transição da mecânica clássica para a quântica. Ainda, foram questionados sobre como os mesmos justificam o empreendimento científico, se as explicações da natureza que temos através da ciência podem ser substituídas por outras. Algumas respostas:

As explicações podem ser substituídas por outras dentro de um processo de investigação racional e criterioso... devemos estar abertos a isso... o problema é usar discursos de relativização extrema, como se, a qualquer momento, tudo pudesse ser explicado de outra forma, levando a um descrédito na ciência por parte da população... mudanças ocorreram e continuarão ocorrendo, isso é parte inevitável de um conhecimento que é construído com seriedade e sem dogmatismo... Quem acredita em "verdade absoluta" é que entra em crise com isso... Tenho uma visão mais construtiva do conhecimento... A mudança da física clássica para a física quântica, por exemplo, não "jogou fora" a física clássica, apenas a reperspectivou dentro de um quadro mais amplo do conhecimento físico (Professor 1).

Uma pergunta que costumam me fazer quando falo alguma coisa sobre Relatividade é por que ensinamos a teoria "errada" do Newton, se Einstein já a teria superado. Costumo responder que a teoria do Newton não está "errada", mas que, assim como a Relatividade, é um modelo com uma capacidade de aplicação (não somente tecnológica, mas também em seu arcabouço preditivo e com suas implicações filosóficas) que depende do contexto. Explico então que é possível enviar o homem para a Lua somente utilizando a Mecânica Clássica, mas que seria impossível viajar a um outro sistema planetário que não o Solar sem a Relatividade (Professor 2).

O que se deve compreender é que se uma teoria (dados experimentais fitando a teoria) não puder ser questionada em sua validade por meio de medidas que desacordam a teoria, ela continuará e não será substituída. Uma teoria somente será trocada quando esta esbarrar em problemas (experimentais e/ou teóricos) e se a que a substituirá for capaz de ser mais eficiente nestas questões [...] (Professor 7).

O desenvolvimento da humanidade desde sempre ocorreu com a busca de solução de problemas atuais e os problemas atuais são diferentes em cada tempo. O pensamento científico não precisa ter sempre teorias corretas, basta uma teoria que possa ser testada e contestadas. A evolução do pensamento científico ocorre justamente da divergência de ideias (Professor 8).

A visão acumulativa de crescimento linear, é outra visão deformada da atividade científica encontrada em professores, a qual ignora as crises e as reformulações presentes no desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ et al., 2001). Através das respostas deste questionário, os professores de astronomia não aparentaram ignorar as crises e revoluções da história da ciência. Ainda, demonstraram boa articulação quanto à substituição de teorias, mostrando elementos presentes na epistemologia de Lakatos em seus programas de pesquisa (CHALMERS e FIKER, 1993). Ao final da fala do Professor 1, por exemplo, tratou a física quântica como mais progressiva do que a física clássica; O Professor 2 apresenta as limitações das teorias e diz que, em outras palavras, a teoria tida como regressiva não necessariamente é “jogada fora”; O Professor 7 faz menção às anomalias observacionais/experimentais que podem aparecer em um programa de pesquisa, e como a comunidade científica costuma reagir quando isto acontece.

Além disso, o Professor 8 traz uma visão que considera os desafios de desenvolvimento dos modelos de explicação da natureza restritos a cada época. Como comentado anteriormente, na questão entre as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal, os problemas enfrentados pelos cientistas são regidos pelos seus princípios e pelo seu tempo, enfrentando dogmas estabelecidos e as tecnologias disponíveis. Ainda, este professor mencionou as divergências de ideias como motores do pensamento científico. Esta ideia se aproxima bastante com a filosofia da ciência de Bachelard, quanto à concepção de conhecimento científico como um processo contínuo de retificação dos erros, movido pela superação de obstáculos epistemológicos (FONSECA, 2008).

Na próxima questão, os professores foram perguntados sobre a sua concepção cosmológica e sobre quais as razões de adotarem tal concepção. Esta pergunta teve como intuito verificar a articulação dos professores com as concepções que os mesmos adotam, isto é, conhecer a sua criticidade sobre seus saberes. As respostas dos Professores 1 e 2:

Universo em expansão... não sou especialista no tema e portanto ainda estou aprendendo sobre isso... (Professor 1).

Universo em Expansão. Basicamente reproduzo o que diz o cânone, como o afastamento das galáxias, radiação cósmica de fundo, etc (Professor 2).

O Professor 1 se absteve em comentar a questão por não possuir tanto aprofundamento na questão, mas a exemplo do Professor 2, diz aceitar a concepção de Universo em Expansão. Com sua resposta, o Professor 2 parece reproduzir o que possivelmente lhe foi ensinado. A resposta do Professor 4:

Desde a descoberta da expansão acelerada do Universo usando as supernovas (trabalhos de 1998), é bem aceito na comunidade científica que nosso Universo (em larga escala) possui uma geometria euclídeana e é dominado por energia escura (~ 71 %), seguido por matéria escura (~ 24 %) e matéria bariônica + radiação (~ 5 %). Na pós-graduação, eu fiz disciplinas de cosmologia e de estruturas em larga escala no Universo, inclusive com estudos para determinar a quantidade de energia em cada uma das componentes (Professor 4).

O Professor 4 mostrou conhecer a temática, pois estudou em sua pós-graduação, mas acabou não exibindo o que a questão propunha que eram os seus motivos para acreditar no que acredita. Desta forma, a exemplo do Professor 2, parece que o mesmo também reproduz aquilo que aprendeu. Os Professores 5, 6 e 7 comentaram:

Sou Brunista (sigo o que nos ensinou Giordano Bruno): universo infinito no espaço-tempo. Tenho escrito há muitas décadas sobre isso com dois grandes pesquisadores no Brasil. As razões são: redshift não deve ser compreendido como efeito Doppler, mas como um enfeequecimento da energia dos fótons em seu longo caminho intergaláctico, como acreditava De Broglie; as estimativas da temperatura do espaço foram muito mais precisas por aqueles que não acreditavam em universo expansivo que os BigBanguístas (isso está bem historiado em varios de meus trabalhos); curva de rotação das galáxias: bestagem imporem matéria escura (provavelmente alguma interação tipo MOND). Finalmente, [Big Bang] é muito cristã...mito besta da criação (Professor 5).

Expansão. Sou ateu. Mas não condeno os religiosos, eu os respeito (Professor 6).

[...] Publicamente vou falar sobre o modelo padrão, para meus estudantes vou discursar algo mais além. Não se preocupe expansão/estacionário é muito superficial. Os dados dizem o que? (Professor 7).

Em seu artigo publicado em 1929, Edwin Hubble apresentou uma relação linear entre as velocidades e as distâncias de galáxias distantes (conhecidas à época como universos-ilhas), obtendo a hoje conhecida Lei de Hubble. Para obter esta lei, Hubble converteu os desvios para o vermelho (*redshift*) destas galáxias, em sua velocidade de afastamento⁹. O paradigma da luz cansada, ou o enfeequecimento da energia dos fótons, como colocou o Professor 5, é uma alternativa apresentada inicialmente por Fritz Zwicky, astrônomo Búlgaro, cidadão suíço e radicado nos Estados Unidos de 1925 até sua morte, às ideias de expansão do Universo apresentadas na década de 1930. Zwicky propôs a hipótese de que a luz ao viajar de uma fonte distante, progressivamente vai perdendo sua energia. Como a frequência de um fóton é proporcional a energia do mesmo, sabe-se que quanto maior seu comprimento de onda, menor

⁹ Como pode ser visto no trabalho de Bagdonas et al., (2017), é atribuído a Hubble o descobrimento de um Universo em expansão. No entanto, Hubble demonstrou muita cautela ao apresentar seus dados, e também demonstrava preferência com a ideia de um universo estático. Como indicam estes autores: “Hubble apresentou sua contribuição como sendo a de ter criado métodos mais convincentes para medir as distâncias das nebulosas [e] sem dúvida, contribuiu muito para a aceitação da teoria da expansão do universo, apesar de jamais ter se manifestado publicamente em sua defesa” (p. 03).

será sua energia, ou seja, a energia dos fótons destas galáxias, sugeriu Zwicky, é perdida em seu longo trajeto no meio sideral (SOARES, 2021).

Importante mencionar que aproximadamente dez anos antes, Einstein, com a relatividade geral, desenvolveu seu modelo cosmológico com uma concepção de Universo dinâmico, ou seja, ou o Universo estaria se expandindo, ou se contraindo. Antes das observações de Hubble, a comunidade científica acordava com a concepção de um Universo estático. Sabendo disso, Einstein introduz na relatividade geral a constante cosmológica designada pela letra grega Λ , a qual agiria como uma “antigravidade”, equilibrando a gravitação e resultando em uma teoria que tivesse como base um Universo estático. Quando os resultados de Hubble foram publicados, não houve prontamente uma mudança de concepção de universo (de estacionário para dinâmico), mas lentamente esta discussão na comunidade científica foi se elevando, culminando Einstein a considerar a introdução da constante cosmológica a maior bobagem de sua vida, segundo ele mesmo (SODRÉ, 2010).

Curiosamente, o Professor 5 e o Professor 6 parecem relacionar a Teoria do Big Bang com a religião cristã. Esta presunção pode estar relacionada à própria característica desta teoria, de que o universo teve um ponto de início, mas também pode estar relacionada aos personagens que participaram do desenvolvimento desta teoria. Na construção da ideia de um universo em expansão, alguns personagens se destacaram, como Friedmann, Slipher e Lemaitre. Este último foi um físico, astrônomo e padre belga, cujo trabalho foi tão importante que desencadeia argumentos de alguns autores na atualidade, o colocando como principal cientista no desenvolvimento da concepção de um Universo em expansão. Lemaitre também é considerado um dos precursores do modelo do Big Bang, o qual teve seu desenvolvimento posteriormente com George Gamow, após a Segunda Guerra Mundial (BAGDONAS et al., 2017).

Como última questão, os professores foram indagados sobre a sua concepção em relação ao que é uma teoria científica. Esta é uma pergunta que não tem, claro, uma resposta elementar, e a articulação dos professores pode nos fornecer elementos sobre a sua visão de ciência que as questões anteriores não puderam contemplar. Algumas respostas:

[...] na minha humilde opinião, uma teoria científica se compõe de modelos descritivos-explicativos-preditivos construídos pelo ser humano como tentativas de compreensão do natureza ou parte dela. Tentativa essa constituída de valores não dogmáticos e abertos a mudança, e com determinados critérios de validação/aceitação estabelecidos pela comunidade científica, tais como adequação empírica, possibilidade de refutação, coerência com outros modelos e teorias bem estabelecidas, etc (Professor 1).

Uma compreensão de mundo bem alicerçada numa ideia original, indicando caminhos de perscrutação da Natureza e com resultados que podem alicerça-la. A proposição de testes é fundamental, mas devido ao "theory-laden", o ver é condicionado por aquilo

que deve ser visto. Mas sempre de um ponto de vista epistemológico [...] (Professor 5).

Uma teoria científica (modelo teórico) deve fornecer algumas previsões sobre determinadas problemas físicos. Além disso, uma teoria científica deve ser submetida a um método científico ou estudada experimentalmente afim de verificarmos se as suas previsões se confirmam ou não (Professor 9).

Na resposta do Professor 1, são apontadas algumas características do desenvolvimento do conhecimento científico, como a possibilidade de refutação sendo um critério de validação estabelecido pela comunidade científica. A reprodutibilidade de um experimento, ou também a possibilidade de refutação de uma teoria, é o que Popper aponta como critério de demarcação das teorias científicas, ou seja, estas devem possuir falsificadores potenciais (SILVEIRA, 1996). O Professor 5 diz que o ver é condicionado por aquilo que deve ser visto, referindo-se as limitações estabelecidas pelo aporte teórico do cientista e também pelo condicionamento de seu tempo. Esta é uma das formas de refutar a visão empírico-indutivista de ciência, haja vista que se os resultados dos experimentos, ou os dados obtidos das observações, dão início às teóricas científicas, não deveriam existir espaços para diferentes interpretações dos mesmos, pois esta diversidade só é possível devido às diferentes formas de ver o mundo. Algumas outras respostas:

Uma teoria científica é um sistema que organiza dados sistematizados e prevê a possibilidade de novos dados. Deve ser passível de crítica objetiva e embora seja uma criação humana, deve buscar a maior objetividade possível (Professor 3).

Uma Teoria Científica seria um conjunto de Leis (empíricas) experimentais que registram regularidades e comportamentos existente em sistemas e/ou objetos observados. Essa teoria científica suportada por leis deve permitir explicações de forma racional (Professor 6).

O dicionário diria que é "um conjunto de verdades dadas em um período do tempo." Uma teoria científica é uma ideia que ajusta dados experimentais dentro das incertezas de medida. Fugiu disto... Ops descobri alguma coisa nova (Professor 7).

Uma proposta de explicação sobre determinado assunto. Essa proposta deve ser testada e replicada e aprovada para que a teoria seja aceita (Professor 8).

O Professor 3 e o Professor 6 parecem indicar que os dados obtidos das observações ou os resultados experimentais são a base para que o cientista desenvolva um método de predição para novas descobertas. Uma teoria científica, para o Professor 8, parece ser um sistema de explicação de mundo, o qual possui a testabilidade como critério de validação.

Ainda, o Professor 7 aponta a casualidade na atividade científica, como sendo algo externo a ela. Importante mencionar que, apesar do cientista não possuir o controle destes momentos de descobertas, o mesmo deve estar preparado e imerso em teorias que o fazem questionar um fenômeno novo. Por exemplo, se um astrônomo amador iniciante não souber

diferenciar um asteroide que está vindo em direção à Terra de uma estrela qualquer pelo seu telescópio no quintal de sua casa, deveremos, possivelmente, fugir para topo das montanhas. Assim, se o astrônomo amador iniciante possuir um embasamento teórico sobre as diferenças entre objetos que o mesmo observa pela sua ocular, ele pode recorrer às autoridades, e evitar o pior. Esta foi, claro, apenas uma maneira jocosa de representar o “elemento surpresa” na atividade científica.

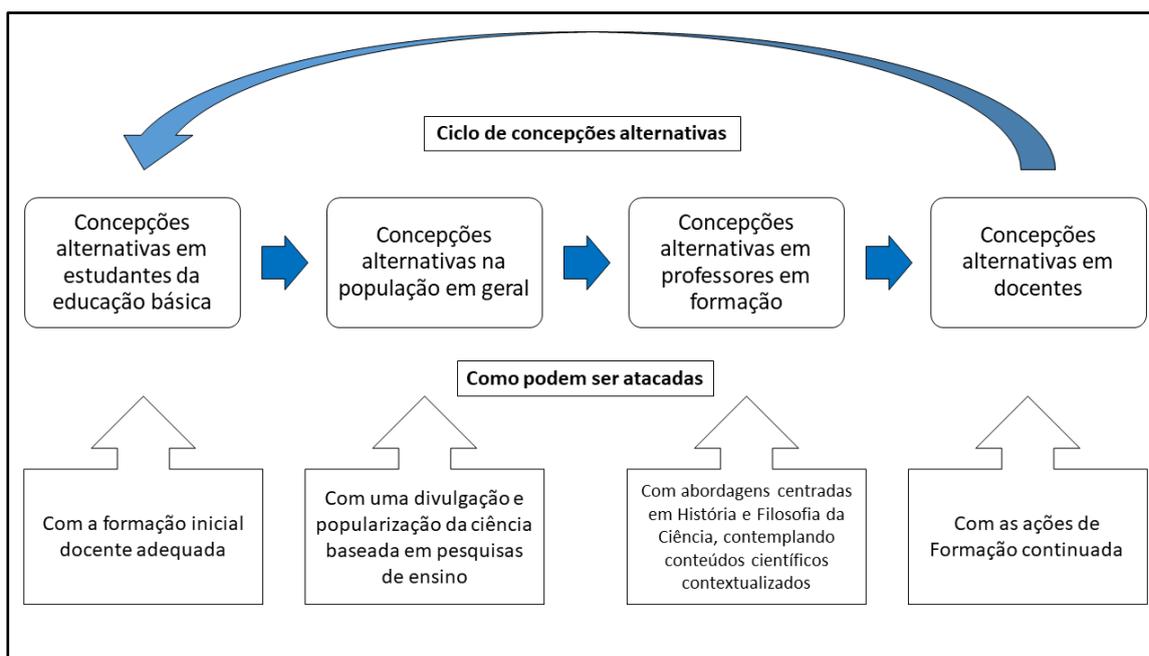
Apesar de não ser possível traçarmos um perfil geral apenas com as respostas obtidas, é possível perceber que essas indicam alguns elementos a superar e outros a se comemorar. Se por um lado algumas respostas apontam fatores que podem estar influenciando concepções inadequadas dos alunos (como uma visão indutivista), outras parecem sugerir um entendimento satisfatório da atividade científica, conforme discutimos. Na sequência, será discutido a história e filosofia da ciência no âmbito da astronomia como um recurso metodológico ao professor que se sente qualificado para levar esta abordagem para a sala de aula.

8. A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA DISCIPLINA DE ASTRONOMIA: UMA POSSIBILIDADE OU NECESSIDADE?

O ensino de astronomia pode ser realizado em diferentes etapas da trajetória formativa do professor de física, seja na sua educação básica, na sua formação inicial, ou até na sua prática docente. Sobretudo, a literatura aponta que as concepções alternativas sobre astronomia e também, sobre a atividade científica, são encontradas em estudantes da educação básica (LEITE e HOSOUME, 2007), em professores de física em formação (PEDROCHI e NEVES, 2005), e também em professores em prática na educação básica (GONZAGA e VOELZKE, 2011). Assim, diferentes trabalhos foram desenvolvidos em cada etapa especificamente, com o intuito de amenizar estas concepções.

Como visto na fundamentação deste trabalho, estas concepções alternativas são resistentes à mudança, pois normalmente são significativas para o sujeito. Desta forma, Langhi (2011) sugeriu a existência de um ciclo de propagação de concepções alternativas sobre astronomia, onde o professor não capacitado e não habilitado para o ensino de astronomia em sua formação inicial, promove o ensino na educação básica sobre um suporte instável, que pode vir de diferentes fontes de consulta, desde a mídia em geral até materiais didáticos. A figura 4 ilustra uma possível representação desse ciclo, de modo a explicitar algumas frentes de ações possíveis para se atacar em cada etapa as concepções alternativas.

Figura 5: ciclo de concepções alternativas.



Na primeira etapa, relativa às “**concepções alternativas em estudantes**”, temos o contexto da educação básica, onde os alunos estão criando representações simbólicas oriundas de sua cultura e também sendo confrontadas com o conhecimento científico que poderão se contrapor às concepções primeiras. Nesta etapa, é natural supor que o professor bem formado forneça subsídios para os alunos compreenderem em que medida essas concepções se justificam e em que contextos elas podem não ser um bom raciocínio para entender os fenômenos estudados. Esta etapa do ciclo representa ainda mais um bom argumento para se pensar na formação inicial dos professores, de modo que possam articular essas concepções naturais e inevitáveis na educação básica.

A segunda etapa do ciclo, sobre as “**concepções alternativas na população em geral**” refere-se às pessoas que não seguiram nenhuma área acadêmica ou o fizeram em áreas distantes do debate científico, ou seja, o cidadão de modo geral. Neste contexto, parece evidente que os esforços com a divulgação científica representam a principal frente para se diminuir as concepções equivocadas propaladas na sociedade. As preocupações sobre a qualidade de propostas voltadas à popularização da ciência também devem ser constantes, uma vez que:

[...] talvez não [se] esteja sendo levado em conta as pesquisas na área de ensino e de divulgação científica, bem como seus aportes teóricos. Deste modo, caso essas instâncias não respeitem a produção de pesquisa sobre educação em astronomia, suas ações de educação formal, informal e não formal, bem como de popularização, estariam baseadas no senso comum (LANGHI e NARDI, 2009).

Ou seja, sem os devidos cuidados acadêmicos, poderemos estar perpetuando (ou até mesmo reforçando) concepções inadequadas, ao invés de atacá-las.

Na terceira etapa, sobre as “**concepções alternativas em professores em formação**”, é onde reside o foco deste trabalho. Como vimos, é de amplo entendimento que a formação inicial docente enfrenta dificuldades em formar professores que estejam aptos para ensinar astronomia no ensino médio. Ainda, conforme apontamentos de Mortimer (1996), compreende-se que no decorrer das etapas deste ciclo de transmissão de concepções alternativas o estudante, exposto a uma situação nova, sente uma maior segurança em se basear em suas concepções pessoais, ao invés de articular o conhecimento científico recém “aprendido”. Propõe-se assim, que abordagens centradas na história e filosofia da ciência representem uma estratégia metodológica para se trabalhar conteúdos que normalmente não são passíveis de muita reflexão.

Uma articulação adequada da última etapa do ciclo, as “**concepções alternativas em docentes**”, depende muito das ações de desenvolvimento por parte do docente, que dificilmente irá melhorar suas concepções se se mantiver numa condição de pouca reflexão sobre sua prática. Então a formação continuada representa a principal frente para se lidar com esta etapa, mas, apesar de todo este incentivo, essas formações normalmente se apresentam como atividades pontuais, sem oferecer muitos subsídios à mudança efetiva na prática do professor, uma vez que geralmente não se preocupa em verificar esse impacto. O aperfeiçoamento sempre é possível a qualquer profissional, mas cuidar com a formação inicial do professor de física é o modo mais incisivo de promover sua boa prática futura. E, para isso, uma formação devidamente aportada em discussões sobre a história e filosofia da ciência, e devidamente articuladas com trabalhos sobre a natureza da ciência, mostra-se como uma das maneiras mais profícuas para se interromper (ou ao menos amenizar) um ciclo de perpetuação de concepções equivocadas.

Na perspectiva deste ciclo de concepções alternativas, o professor com a formação adequada em astronomia, tem a possibilidade de, como comentado, amenizar estas concepções na educação básica. Mas para isso, a sua formação inicial precisa ser subsidiada por práticas metodológicas neste sentido, o que demanda o questionamento: o que seria um ensino de astronomia mais adequado na formação inicial do professor de física? Para buscar responder esta questão, precisamos entender o cenário em que a educação nesta área se encontra: concepções alternativas em todas as etapas formativas, visões deformadas da atividade científica, também, em todas estas etapas, e o professor sendo o personagem principal do ciclo de propagação de concepções alternativas.

Como já comentado no capítulo anterior, sabemos que a temática da astronomia pode

conduzir à uma aprendizagem significativa (tanto correta, quanto inadequada), pois naturalmente, este é um tema que instiga a atenção dos estudantes. Desta forma, as estratégias didáticas devem ser cautelosas em relação ao entendimento que os estudantes terão do assunto, diferentemente, por exemplo, do ensino tradicional conteudista que difunde “conteúdo dado é conteúdo aprendido”. A estratégia metodológica que talvez melhor alicerça os conteúdos específicos de astronomia e os conteúdos sobre a natureza da ciência (dois atuais problemas de concepções alternativas), é a abordagem centrada em história e filosofia da ciência, amplamente citada na literatura, como vimos.

As concepções alternativas não serão adequadamente problematizadas e superadas sem uma frente de ação preocupada com elementos da natureza da ciência no ensino em todas as instâncias, mas na formação inicial do professor é onde as necessidades de uma atenção explícita a essas questões se tornam mais latentes. Se estas não forem adequadamente trabalhadas na formação dos professores, as mesmas poderão “voltar” na educação básica, e como uma verdade quase que incontestável, uma vez que virá da fala desses professores. Então talvez, não adianta nos preocuparmos apenas com práticas exclusivamente voltadas ao estudante, se não estivermos garantindo também que os profissionais da educação estejam sendo formados de modo a permitir justamente o bom uso dessas práticas.

O cenário exposto aponta que o ensino de astronomia poderá ser considerado mais adequado, quando o mesmo possuir a capacidade de amenizar as concepções alternativas dos estudantes, isto é, quando o estudante, ao ser apresentado ao conhecimento científico, preferir o conhecimento novo ao invés de preservar a sua concepção inadequada. Para isso, os conteúdos precisam passar por uma contextualização histórica na formação inicial dos professores de física, para que possam fazer sentido para o professor em formação, e também, para que o mesmo compreenda como foram construídos estes conceitos. Como ilustrado no ciclo de concepções alternativas, o professor qualificado neste âmbito, terá em sua prática uma metodologia de trabalho suficientemente profícua para amenizar as concepções alternativas de seus estudantes na educação básica.

Naturalmente, não é pretendido neste trabalho dizer que o professor de física seja um historiador da ciência, ou um epistemólogo. Mas, uma incursão nessas áreas é muito importante para o professor em formação, pois pode possibilitar que o mesmo conduza práticas por meio da história e a filosofia da ciência junto aos seus futuros alunos, justamente para atacar as concepções alternativas, tanto conceituais quanto em relação à própria atividade científica. Como comentado ao longo deste trabalho, não podemos naturalizar um professor de física que não conhece adequadamente astronomia. Mas para revertermos esta situação, algumas ações

precisam invariavelmente ser realizadas na formação inicial destes professores.

Com a pesquisa realizada neste trabalho, foi possível ver que além de uma necessidade frente ao cenário da astronomia na educação básica, o ensino de astronomia obrigatória e adequada nos cursos de licenciatura em física é, também, uma possibilidade. As articulações necessárias para realizar isso demandam ações factíveis dos professores de astronomia nestes cursos, como por exemplo, práticas voltadas ao ensino da história e filosofia da ciência no âmbito da astronomia, práticas centradas na discussão de artigos de pesquisas sobre o ensino de astronomia, práticas de observações, o aproveitamento das avaliações realizadas nesta disciplina como um elemento para constatar as concepções alternativas, leituras e discussões sobre artigos científicos que falam sobre o ensino do suposto método científico, dentre outras ações possíveis comentadas ao longo deste trabalho.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada neste trabalho levantou as disciplinas de astronomia nos cursos de licenciatura em física do Sul do Brasil. Deste levantamento, foi possível ver que praticamente a metade destes cursos não possuem uma disciplina obrigatória de astronomia, ou seja, metade dos professores de física formados nestas instituições, possivelmente não tiveram discussões específicas sobre a astronomia. Ainda, foi realizado o levantamento dos conteúdos mais abordados nestas disciplinas e discutido algumas possíveis estratégias de abordagem consonantes com os documentos que vão orientar o futuro professor na sua prática no ensino médio.

Com o questionário entregue aos professores de astronomia dos cursos de licenciatura em física, buscou-se conhecer o perfil formativo destes, constatando que quatro dos nove professores que responderam o questionário possuem como sua formação inicial o curso de licenciatura em física. Além disso, foram discutidas as suas visões em relação ao ensino de astronomia na sua formação inicial, onde os professores mostraram que eram trabalhados os conteúdos específicos de astronomia com um enfoque maior na física e não em seu ensino, e também a sua visão sobre a sua prática letiva, onde foram discutidas as suas abordagens perante as concepções alternativas dos estudantes.

Na sequência do questionário, os professores foram questionados sobre a sua visão em relação a natureza da ciência e a atividade científica. Apesar das respostas adequadas no geral, foram encontradas visões deformadas sobre ciência que a literatura já apontava como existentes (GIL-PÉREZ et al., 2001), como a visão aproblemática e ahistórica da ciência e, principalmente, a visão empírico-indutivista. Estas visões podem interferir diretamente nas ações necessárias para se atacar as concepções alternativas dos estudantes na educação básica sobre a atividade científica, isto é, embora sejam necessárias abordagens centradas em história e filosofia da ciência na formação inicial do professor de física para que efetivamente suas concepções alternativas sejam atacadas, são necessárias também estratégias metodológicas que envolvam a apropriação sobre natureza da ciência dos próprios professores de astronomia. Estas são necessárias em virtude da potencialidade das concepções alternativas voltarem à educação básica (como demonstra o ciclo de propagação de concepções alternativas) como uma verdade quase que incontestável, uma vez que será levada pelo professor.

A pesquisa realizada neste trabalho pretendeu responder as questões as quais se propôs, encontrando uma intrínseca e condicionante relação entre a formação inicial e a prática docente. Esta constatação pode permitir futuros trabalhos que visem aprimorar a formação inicial do

professor de física no âmbito da astronomia, pois indica que a preocupação constante com a história da astronomia, seu desenvolvimento, e as questões sobre atividade científica, podem ser de grande valia para se atenuar os problemas com as concepções alternativas.

De todo modo, parece não haver um consenso entre os professores de astronomia sobre como trabalhar as concepções alternativas dos licenciandos, indicando que as abordagens são restritas à experiência profissional de cada um. Desta forma, alguns apontamentos realizados ao longo deste trabalho podem indicar caminhos possíveis de serem realizados e que poderão, possivelmente, contribuir com a formação inicial adequada do professor de física no âmbito da astronomia. São eles:

- A disciplina de astronomia obrigatória deveria estar presente em todos os cursos de licenciatura em física;
- Em virtude da astronomia ser uma ciência interdisciplinar, é possível a sua abordagem na formação inicial em diferentes perspectivas, que podem ser relativas à formação dos professores nas instituições, à infraestrutura, etc;
- As discussões realizadas na disciplina de astronomia serão mais promissoras em relação às concepções alternativas dos estudantes, se possuírem articulações e discussões sobre artigos científicos que contemplem a história e filosofia da ciência no âmbito da astronomia;
- A utilização de artigos científicos sobre a natureza da ciência, e a sua discussão em sala de aula, pode permitir uma visão menos deformada da atividade científica nos professores em formação, assim como, nos professores de astronomia.

A história da astronomia é repleta de elementos que não apenas instigam a curiosidade dos estudantes, mas que propiciam debates valiosos acerca do desenvolvimento de seus conceitos e do próprio funcionamento da atividade científica. Atentando para as preocupações trazidas neste trabalho, poderemos explorar melhor todo o potencial axiológico, epistemológico e mesmo metodológico da astronomia, diminuindo ao máximo as concepções inadequadas para que as nossas dúvidas fiquem mais restritas ao que ainda precisamos aprender sobre o universo, e não a entendimentos equivocados sobre o que já sabemos a respeito do mesmo.

10. REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. H. **Exoplanetas como tópico de Astronomia motivador e inovador para o ensino de Física no ensino médio**. Dissertação (Dissertação para Mestrado em Ensino de Física) – UFRGS. Porto Alegre, p. 126. 2012.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física**. Florianópolis. Vol. 30, n. 2 (ago. 2013), p. 362-384, 2013.

BACHELARD, G. **A filosofia do não**. 2ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

BACCON, L.; ROCHA FILHO, J. B. da; LAHM, R. A. Ensino de física por meio de uma unidade de aprendizagem. **Revista Ciências & Idéias**, 2016

BATISTA, I. Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa em Educação Científica e Matemática. In: NARDI, R. (Org.) **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

BARROS, R. L. S. **As leis de Kepler em livros didáticos de física**: a ciência enquanto construção humana. 2012. 125 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos, Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC. 2008.

BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J. Tendências de teses e dissertações sobre educação em astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.

CHAGAS, A. T. R. O questionário na pesquisa científica. **Administração on line**, v. 1, n. 1, p. 25, 2000.

CHALMERS, A. F.; FIKER, R. **O que é ciência afinal?**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

COSTA, S.; EUZÉBIO, G. J.; DAMASIO, F. A astronomia na formação inicial de professores de ciências. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 22, p. 59-80, 2016.

CRUZ, M. M. Distante e bondoso: uma reflexão sobre a vanguarda intelectual. **Secuencia**, n.

106, 2020.

DARROZ, L. M.; ROSA, C. W.; ROSA, Á. B.; PEREZ, C. A. S. Evolução dos Conceitos de Astronomia no Decorrer da Educação Básica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 17, p. 107-121, 2014.

DIAS, C. A.; SANTA RITA, J. R. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-americana de educação em astronomia**, n. 6, p. 55-65, 2008.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

FONSECA, D. M. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. **Educação e pesquisa**, v. 34, n. 2, p. 361-370, 2008.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: por quê?. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 9, p. 7-15, 2010.

GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D. da. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, n. 3, p. 491-500, 2004.

GIL PÉREZ, D. et. al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GONZAGA, E. P.; VOELZKE, M. R. Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 1-12, 2011.

GONZATTI, S. E. M.; MAMAN, A. S.; BORRAGINI, E. F.; HAETINGER, W. Ensino de Astronomia: cenários da prática docente no ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 16, p. 27-43, 2013.

GROSSI, M. G. R.; BORJA, S. D. B.; LOPES, A. M.; ANDALÉCIO, A. M. L. As mulheres praticando ciência no Brasil. **Revista Estudos Feministas**, v. 24, n. 1, p. 11-30, 2016.

GUERRIERO, S. Esoterismo e astrologia na Nova Era: do ocultismo à psicologização. **Reflexão**, v. 41, n. 2, p. 211-224, 2017.

HENRIQUE, A. B.; ANDRADE, V. F. P.; ASTORINA, B. L. Discussões sobre a natureza da ciência em um curso sobre a história da astronomia. **Revista Latino-Americana de educação em Astronomia - RELEA**, 9, p. 17-31, 2010.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino

médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 5, p. 25-37, 2008.

IACHEL, G.; NARDI, R. Memórias da Educação em Astronomia no Brasil: recortes a partir das falas de pesquisadores entrevistados sobre o tema. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, p. 27-48, 2014.

IACHEL, G.; NARDI, R. Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores. In: NARDI, Roberto. **Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Cap. 5, p. 75-90.

JUSTINIANO, A.R.J.; REIS, H.R.; GERMINIANO, D. Dos R. Disciplinas e professores de astronomia nos cursos de licenciatura em Física das universidades brasileiras. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 18, p. 89-101. 2014.

KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010. 88 p.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3: p. 382-404, dez. 2006.

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

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, p. 75-91, 2005.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4402-4412, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de Professores e seus saberes disciplinares em Astronomia Essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p. 205-224, 2010.

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

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 3, p. 270-294, dez. 2000.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cad. Cat. Ens. Fís.** v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MATHEWS, M. R. **Science teaching: the role of history and philosophy of science.** New York: Routledge, 1994.

MILANI, I. G.; ARTHURY, L. H. M. A introdução de temas em aulas de física: utilização das concepções prévias nos modelos de mudança conceitual e perfil conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 414-430, 2019.

MINAYO, Cecília de Souza (Org); DESLANDES, Suely Ferreira. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 21. Ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. Al final, qué es aprendizaje significativo? **Revista Qurriculum**, v. 25, p. 29-56, 2012.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?. **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

NARDI, R. (Org.) **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil:** alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

NASA. About - Hubble Servicing Missions. 2020. Disponível em: www.nasa.gov/mission_pages/hubble/servicing/index.html Acesso em: 28 de out. de 2020.

NASA. Exoplanet exploration: planets beyond our Solar System. 2021. Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/> Acesso em: 03 de mar. de 2021.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: Mecânica (vol. 1).** Editora Blucher, 2013.

OLIVEIRA, D. M. Há realmente uma ciência normal no sentido kuhniano do termo?. **Griot: Revista de Filosofia**, v. 20, n. 1, p. 165-172, 2020.

PACHECO, M. H.; ZANELLA, M. S. Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 28, p. 113-132, 2019.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, 2005.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.) **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 151-170.

PEIXOTO, D. E.; KLEINKE, M. U. Expectativas de Estudantes sobre a Astronomia no Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 22, p. 21-34, 2016.

POINCARÉ, H. **O valor da ciência**, Tradução: Maria Helena Franco Martins; revisão técnica Ildeu de Castro Moreira - Rio de Janeiro-RJ: Contraponto, 1995. 180 p.

PRAXEDES, G.; PEDUZZI, L. O. Q. Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 3601.1-3601.10, 2009.

SAA, A. Cem anos de buracos negros: o centenário da solução de Schwarzschild. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 4, 2016.

SAGAN, Carl. Why we need to understand science. **Skeptical inquirer**, v. 14, n. 3, p. 263-269, 1990.

SANZOVO, D. T.; LABURÚ, C. E. Níveis Interpretantes apresentados por alunos de ensino superior sobre as Estações do Ano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 22, p. 35-58, 2016.

SILVA, B. V. C. A natureza da ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 4, n. 3, p. 24, 2010.

SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

SILVA, O. H. M.; LABURÚ, C. E. Inserção de componentes históricos e filosóficos em disciplinas das ciências naturais no ensino médio: reflexões a partir das controvérsias historiográficas entre Kuhn e Lakatos. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, vol. 5, núm. 2, diciembre, 2010, pp. 69-82.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno catarinense de ensino de física. Florianópolis. Vol. 13, n. 3 (dez. 1996), p. 197-218**, 1996.

SILVEIRA, F. L. A teoria do conhecimento de Kant: o idealismo transcendental. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 19, p. 28-51, 2002.

SILVEIRA, F. L. Marés, fases principais da Lua e bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 10-29, 2003.

SILVEIRA, F. P. R. A.; SOUSA, C. M. S. G.; MOREIRA, M. A. Uma avaliação diagnóstica para o ensino da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, p. 45-62, 2011.

SILVEIRA, F. L.; PEDUZZI, L. O. Q. Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 27-55, 2006.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio. **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Londrina**, v. 13, p. 14, 2006.

SOARES, D. O paradigma da luz cansada revisitado. **Cadernos de Astronomia**, v. 2, n. 1, p. 121-121, 2021.

SODRÉ JR, Laerte. O lado escuro do Universo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, p. 743-769, 2010.

SOLER, D. R.; LEITE, C. Importância e justificativas para o ensino de astronomia: um olhar para as pesquisas da área. **II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. São Paulo**, 2012.

TRIVIÑOS, Augusto NS. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: o positivismo, a fenomenologia, o marxismo**. São Paulo: Atlas, p. 116-175, 1987.

11. APÊNDICES

11.1. APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIOS

<p>Nome:</p>	<p>Professor 1</p>
<p>Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).</p>	<p>Licenciatura em Física (UFMG, 1997), especialização e Ensino de Física (UFMG, 1998), Mestre em Ensino de Ciências (UEL, 2011)</p>
<p>Instituição onde atua:</p>	<p>Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Foz do Iguaçu</p>
<p>Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:</p>	<p>Panorama do Conhecimento Físico, Aprendizagem e Ensino de Ciências, Mecânica Geral, Oficinas de Ensino e Aprendizagem, Astronomia</p>

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Sim, disciplina eletiva</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>Se aproximava do campo da Física de divulgação científica (com atividades junto a escolas da Educação Básica)</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem que influências em sua prática docente?</p>	<p>Sempre tive interesse na área de ensino, e a disciplina específica da graduação me influenciou um pouco. Fui mais influenciado a partir da participação em projetos e atividades de astronomia junto a outros professores da área de ensino durante a graduação e durante a especialização.</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>Não ficou claro para mim o que você quer dizer com "contextualização". Mas uso questões relativas aos usos cotidianos que fizerem surgir a necessidade das observações astronômicas, por exemplo, e o fato dessa ciência estar bastante relacionada com o desenvolvimento da Física.</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>Esse tipo de discussão ocorre ocasionalmente, a partir da demanda dos próprios alunos... não saberia dizer se algum tópico em especial se "desviaria" dos objetivos pedagógicos...</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Sim, acompanhamento das fases da lua, observação a vista desarmada de estrelas e planetas, movimento aparente do Sol e uso de telescópios simples</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>Através da participação em atividades de observação, atividade práticas com construção de modelos didáticos, seminários e resolução de problemas</p>
<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Sim, são escolhidos artigos da área de ensino e são realizados seminários sobre eles</p>

<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Por se tratar de um curso de Licenciatura, a área de ensino é sempre tratada juntamente com o conteúdo específico, indicando possibilidades de discussões e atividades para a Educação Básica. As concepções alternativas são explicitamente tratadas na disciplina.</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>Este é um tema que abordo explicitamente, em função da ideia errônea comumente compartilhada de que "flutuam por que não há gravidade"... Faço uso de modelos didáticos e das leis da mecânica aplicada aos movimentos curvilíneos para argumentar que a força gravitacional, não apenas existe, como é necessária para explicar o movimento em órbita em torno da Terra... e tbm uso a ideia de "estar sempre caindo junto com a estação espacial na mesma órbita". Uso o clássico desenho de Newton tbm (como colocar um corpo em órbita)</p>
<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>Kepler determinou suas leis a partir da observação minuciosa (de Tycho Brahe) das posições de alguns planetas... Talvez poderíamos chamar suas leis de "empíricas" e específicas para o fenômeno observado. Já Newton sedimentou uma visão mecânica de mundo com leis gerais, muito mais amplas, das quais pode-se deduzir as leis de Kepler...</p>
<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>Penso que teorias/modelos científicos e observação/experimentação são processos que dialogam o tempo todo na atividade científica de maneira multifacetada e complexa. Evito abordagens muito simplistas tais como "a teoria sai diretamente da observação", por exemplo... muitas vezes a observação é guiada por alguma teoria... os processos de teorização e observação/experimentação são interativos e indispensáveis na atividade científica.</p>

<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>As explicações podem ser substituídas por outras dentro de um processo de investigação racional e criterioso... devemos estar abertos a isso... o problema é usar discursos de relativização extrema, como se, a qualquer momento, tudo pudesse ser explicado de outra forma, levando a um descrédito na ciência por parte da população... mudanças ocorreram e continuarão ocorrendo, isso é parte inevitável de um conhecimento que é construído com seriedade e sem dogmatismo... Quem acredita em "verdade absoluta" é que entra em crise com isso... rsrs. Tenho uma visão mais construtiva do conhecimento... A mudança da física clássica para a física quântica, por exemplo, não "jogou fora" a física clássica, apenas a reperspectivou dentro de um quadro mais amplo do conhecimento físico.</p>
<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>Universo em expansão... não sou especialista no tema e portanto ainda estou aprendendo sobre isso...</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>Pergunta difícil, tema de grandes debates filosóficos e epistemológicos... rsrsr... na minha humilde opinião, uma teoria científica se compõe de modelos descritivos-explicativos-preditivos construídos pelo ser humano como tentativas de compreensão do natureza ou parte dela. Tentativa essa constituída de valores não dogmáticos e abertos a mudança, e com determinados critérios de validação/aceitação estabelecidos pela comunidade científica, tais como adequação empírica, possibilidade de refutação, coerência com outros modelos e teorias bem estabelecidos, etc.</p>

Nome:	Professor 2
Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).	Bacharel em Física (UNESP, 2004); Mestrado em Astronomia (IAG-USP, 2006), Doutorado em Astronomia (IAG-USP, 2011).
Instituição onde atua:	Universidade Federal do Pampa (Unipampa)
Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:	Fundamentos de Astronomia, Ensino de Astronomia, Tópicos Avançados de Astronomia, Física Geral I, Física Geral II, Física Geral III, Tópicos Interdisciplinares

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Não cursei nenhuma disciplina de Astronomia ou Astrofísica</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>-</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem que influências em sua prática docente?</p>	<p>-</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>Sim, utilizo. A contextualização tem a vantagem de aproximar a Astronomia das vivências mais rotineiras dos estudantes, seja falando sobre o movimento do Sol, da Lua e das estrelas, algo observável a olho nu, seja mostrando que a Astronomia é uma ciência com a qual é possível discutir questões CTSA. A desvantagem é que toda contextualização demanda também um tempo adicional seja para abranger o assunto, como para trabalhá-lo de um ponto de vista mais crítico e participativo por parte dos estudantes.</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>Pra mim, na apresentação histórica da mudança do geocentrismo para o heliocentrismo é um momento oportuno para discutir os processos de produção de conhecimento científico. Outro momento, é quando discutimos a Energia Escura e a Matéria Escura, uma Física mais de fronteira e ainda não bem estabelecida. As discussões ocorrem durante a disciplina.</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Sim, promovemos observações astronômicas. A universidade também está vinculada a um planetário e este é sempre utilizado nas aulas.</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>São três disciplinas de Astronomia: Fundamentos de Astronomia; Ensino de Astronomia (sendo estas duas obrigatórias) e Tópicos Avançados de Astronomia (eletiva). Minhas avaliações não são sempre iguais, variam de acordo com o número de alunos, com o componente curricular ministrado, além de eu, como docente, sempre estar buscando novas formas de avaliação. Na última vez que ministrei Fundamentos de Astronomia, fiz avaliação baseada na construção de portfólios. Em Ensino de Astronomia e Tópicos Avançados, a avaliação foi realizada no desenvolvimento de projetos.</p>
<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Sim. Quando trabalho com projetos, cada aluno tem o seu planejamento individual, então indico leituras em artigos acadêmicos. Já fiz aulas, mais expositivas, baseadas em artigos e também já trabalhei com seminários, dividindo entre os estudantes apresentações de artigos.</p>

<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Nunca me apareceu nenhuma concepção exageradamente absurda, como terraplanismo. Teve um estudante que dizia acreditar em horóscopo e outro que dizia não acreditar em Matéria Escura. Foram em aulas dialogadas e minha conduta foi mediar a discussão, dando a fala a cada um dos pontos de vista.</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>Em geral, esse assunto aparece em Física Geral I, quando estou discutindo referenciais não-inerciais e movimento circular. Não lembro de nenhuma situação em particular que tenha gerado maiores discussões ou dúvidas. Houve somente uma situação, mais cômica do que relevante, quando um estudante contou uma anedota. Ele me perguntou "É um crime grave se um astronauta mata outro?" ao que ele mesmo respondeu "não! Porque é um crime sem gravidade.". Então, expliquei que na estação espacial, por exemplo, há gravidade, mas ela não é sentida. Naquele instante, não conseguimos nos aprofundar no assunto, por estarmos no corredor indo para as nossas aulas, mas ele riu e pareceu impressionado.</p>
<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>"Apenas uma aproximação" me parece ser uma expressão reducionista que não abarca toda a complexidade da questão. Constitui, de fato, uma aproximação matemática que pode ser mais ou menos precisa de acordo com a situação. Mas também não representa somente isso, pois há diferentes tipos de aproximações matemáticas, com algumas delas representando equações empíricas sem uma base conceitual que a ampare. No caso das Leis de Kepler, elas carregam significados conceituais que, ainda que perenes, moldam concepções de mundo e com implicações epistemológicas.</p>
<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>Vejo como uma relação de complementariedade. A observação sendo essencial para o provimento de informações e corroboração (ou não) de novas ideias.</p>

<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>Uma pergunta que costumam me fazer quando falo alguma coisa sobre Relatividade é por que ensinamos a teoria "errada" do Newton, se Einstein já a teria superado. Costumo responder que a teoria do Newton não está "errada", mas que, assim como a Relatividade, é um modelo com uma capacidade de aplicação (não somente tecnológica, mas também em seu arcabouço preditivo e com suas implicações filosóficas) que depende do contexto. Explico então que é possível enviar o homem para a Lua somente utilizando a Mecânica Clássica, mas que seria impossível viajar a um outro sistema planetário que não o Solar sem a Relatividade.</p>
<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>Universo em Expansão. Basicamente reproduzo o que diz o cânone, como o afastamento das galáxias, radiação cósmica de fundo, etc.</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>A resposta pode variar com o contexto. Mas assim, na "lata", diria que é um conjunto básico de pressupostos que amparam um modelo explicativo.</p>

Nome:	Professor 3
Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).	Lic. Fís (UEM, 2004); Mest. Ens. Ciênc. (UEL, 2007); Dout. Ens. Ciênc. (UTFPR, 2018)
Instituição onde atua:	IFPR
Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:	Mecânica Geral II, CTS, Relatividade, Oficinas de ensino e aprendizagem, projeto de TCC

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Não cursei nenhuma disciplina de Astronomia ou Astrofísica</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>não</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem quê influências em sua prática docente?</p>	<p>nao</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>não entendi a pergunta</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>Ocorrem durante a disciplina</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Sim. Astronomia sem observação é como nadar sem piscina. É preciso ter essa vivência. Geralmente, as observações fazem com que os estudantes se interessem pela astronomia.</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>Por meio de trabalhos voltados para o ensino de astronomia e provas sobre o conteúdo teórico.</p>
<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Ainda não.</p>

<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Procuo discutir, chamando a atenção para as questões problemáticas da visão alternativa, porém tenho respeito porque aquilo faz muito sentido para o sujeito, assim convido ele a pensar em outras coisas que vão além ou contra o que ele pensa</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>Eles flutuam porque a estação está num movimento acelerado, numa queda circular contínua. Há a ideia equivocada de gravidade zero que todo mundo já nos filmes e séries de ficção. Isso até ajuda à refletir nas maneiras artificiais de criar no espaço situações com aceleração gravitacional próxima a da Terra ou quase zero.</p>
<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>Não, porque o círculo é um caso especial da elipse.</p>
<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>Muito importante. Observação e teorias criam os modelos. Os primeiros modelos astronômicos eram muito apegados à observação. Atualmente, os modelos extrapolam a observação, dando pistas do que ocorreu no passado e do que ocorrerá no futuro, como modelo do BigBang, da evolução do sistema solar, da evolução estelar, etc.</p>

<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>A explicação da natureza sempre é mediada pelo conhecimento produzido que nos permite acesso à algumas facetas da natureza. Não existe conhecimento sobre a natureza que seja independente da relação humana, embora a natureza seja independente da nossa relação com ela.</p>
<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>Universo em expansão</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>Uma teoria científica é um sistema que organiza dados sistematizados e prevê a possibilidade de novos dados. Deve ser passível de crítica objetiva e embora seja uma criação humana, deve buscar a maior objetividade possível.</p>

Nome:	Professor 4
Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).	Bacharelado em Física (USP, 2005). Mestre em Astronomia (USP, 2008). Doutor em Astronomia (USP, 2013).
Instituição onde atua:	Universidade Federal da Fronteira Sul - campus Cerro Largo
Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:	Física I, Laboratório de Física Moderna, Astronomia e Astrofísica, Fundamentos de Astronomia

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Sim, disciplina obrigatória e eletiva</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>Apenas do campo de estudos da Física. Na graduação, eu fiz o bacharelado em Física com habilitação em Astronomia para fazer pesquisas em astronomia, o que faço até hoje como docente.</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem que influências em sua prática docente?</p>	<p>É difícil dizer, pois eu fiz pós-graduação em Astronomia e não é fácil distinguir o conhecimento que eu obtive na graduação e na pós na preparação das minhas aulas.</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>Sim, pois a contextualização os ajuda a entender qual o problema a ser discutido, além da motivação do assunto.</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>Eu faço algumas menções históricas, tentando contextualizar como era a sociedade na época de Galileu ou Copérnico. Costumo também mencionar a importância das mulheres cientistas na astronomia, em especial os casos da Jocelyn Bell Burnell (que descobriu os pulsares) ou de Cecilia Payne-Gaposchkin, a qual fez a tese de doutorado mais importante da astrofísica estelar (seu trabalho revela as bases para a determinação da abundância química das estrelas). Entretanto, são menções rápidas, sem uma discussão mais aprofundada.</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Sim.</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>Por meio de trabalhos, questionários e de apresentações de temas. Neste semestre, os discentes devem preparar uma aula e apresentá-la para a turma.</p>
<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Nunca trabalhei com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia. Talvez nesse semestre eu faça uma discussão sobre um artigo, mas o foco dos meus cursos são mais conteudistas.</p>

<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Eu tento mostrar experiências que indicam porque o conceito do aluno está incorreto e como a interpretação dessa experiência leva à resposta aceita pela comunidade científica.</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>Eu talvez usasse a experiência mental clássica do Einstein, sobre a queda livre dentro de um elevador. Essa pergunta nunca me foi feita. Por outro lado, eu confesso nunca ter pensado em respostas pra essa pergunta e nem me lembrava exatamente que o motivo da flutuação era queda livre. Então, se me perguntassem na hora, seria bem capaz que eu desse a explicação errada (gravidade mais fraca no espaço), mas eu ficaria na dúvida se era essa mesma a real explicação e iria pesquisar depois a resposta correta. Uma vez checado isso, eu provavelmente usaria a experiência mental clássica do Einstein.</p>
<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>A trajetória elíptica é uma das soluções possíveis da Lei da Gravitação de Newton no problema de dois corpos. Entretanto, há as trajetórias parabólicas e hiperbólicas. Tais trajetórias irão depender da energia total do sistema de dois corpos. Pode haver perturbações graças a interação de um terceiro corpo (a descoberta de Netuno, por exemplo, que causa perturbações em Urano). Eu acho que tem que deixar muito claro que, em primeira ordem, as trajetórias são elípticas devido à interação planeta-Sol, mas perturbações são possíveis.</p>
<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>Do ponto de vista da astronomia grega, as explicações para os movimentos dos objetos no céu tinham que ser dadas a partir das formas perfeitas e em MCU. Não eram teorias desenvolvidas a partir da observação propriamente dita, o que foi feito posteriormente por Galileu e por Kepler.</p> <p>Hoje em dia, embora as teorias vigentes na Astronomia são baseadas em observações feitas ao longo de muitos anos, as observações recentes são realizadas para resolver problemas bastante específicos da área (por exemplo, os problemas relacionados à formação e evolução de galáxias, de grandes estruturas como aglomerados de galáxias, etc).</p>

<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>No caso da revolução copernicana, eu tento deixar claro qual era o contexto histórico da época, tentando justificar o porquê que as pessoas pensavam daquela maneira. A transição da mecânica clássica para a quântica eu não abordo nas aulas de astronomia.</p>
<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>Desde a descoberta da expansão acelerada do Universo usando as supernovas (trabalhos de 1998), é bem aceito na comunidade científica que nosso Universo (em larga escala) possui uma geometria euclídea e é dominado por energia escura (~ 71 %), seguido por matéria escura (~ 24 %) e matéria bariônica + radiação (~ 5 %). Na pós-graduação, eu fiz disciplinas de cosmologia e de estruturas em larga escala no Universo, inclusive com estudos para determinar a quantidade de energia em cada uma das componentes.</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>É um conjunto de conhecimentos que são propostos para explicar fenômenos naturais. Por exemplo, as três leis newtonianas explicam quaisquer movimentos no Universo (desde que não seja no mundo quântico ou em velocidades próximas a da luz) e que podem ser utilizadas para produzir conhecimentos novos (por exemplo, pode-se usar as três leis de Newton + lei da Gravitação newtoniana para avaliar as órbitas estelares em uma galáxia e assim propor cenários de formação para este objeto).</p>

<p>Nome:</p>	<p>Professor 5</p>
<p>Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).</p>	<p>Licenciatura em Física (UEM, 1983). Mestre em Física (UNICAMP, 1986). Doutor em Educacao (UNICAMP, 1991). Especializacao em Educacao Cientifica (Mashav, Jerusalem, Israel, 1992). Pos-Doutorado I em Ed. Cientifica (La Sapienza, Roma, Italia, 1996). Pos-Doutorado II (UNESP, Bauru, 2011).</p>
<p>Instituição onde atua:</p>	<p>Universidade Estadual de Maringá</p>
<p>Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:</p>	<p>Física Basica, Introducao a Astronomia (eletiva, quando ha demanda)</p>

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Não cursei nenhuma disciplina de Astronomia ou Astrofísica</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>Estudei Astronomia de forma autônoma durante minha graduação. No Mestrado desenvolvi um trabalho de pesquisa em Astronomia.</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem que influências em sua prática docente?</p>	<p>Hoje ela funciona como uma disciplina introdutória, para conhecimento geral.</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>Sim, sempre a história da ciência como mote, no sentido paradigmático de Thomas Kuhn.</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>Sempre saliento o caráter histórico e instrumental da Astronomia, como ciência da comunicação social, pois para construí-la foram necessárias informações de diferentes lugares do planeta.</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Sim, tanto a olho nu quanto com telescópios refratores, refletores e um cassegrain-schmidt.</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>Um trabalho final sobre um tema de livre escolha</p>
<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Invariavelmente e com livros que são coletâneas destes artigos (de lavra própria).</p>

<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Contra-argumentacao. Nunca tive um terraplanista...se tivesse e fosse empedernido, aí só jogando pela janela para testar a gravitacao (contém humor ...)</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>Sempre uso questionarios para avaliar concepcoes alternativas e esta eh uma das 1as questoes. 90% acreditam pq nao há gravidade! Aí uso a historia da ciencia galileana ateh chegar aa compreensao da imponderabilidade.</p>
<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>As trajetorias sao derivadas das cônicas: elipticas, circulares, paeabolicas, hiperbolicas. Nao creio que as Leis de Kepler sejam aproximacoes, mas uma descricao geometrica e musocal na coporeensao kepleriana da Harmoniae Mundi.</p>
<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>O "olhar" é condicionado pela forma prereflexiva de compreender o mundo: "theory-laden"... o mundo é carregado denteoria e isto condiciona o olhar. Exemplo: o Big Bang provavelmente é condicionado pelo mito da criacao, uma estupidez ao conceber um universo limitado derivado de um fiat lux!</p>

<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>É a episteme! A validação de teorias, sua ampliação para seu campo específico e, por fim, mas, também, depois a remediação das anomalias, ad hoc, e depois o desmoronamento graças às anomalias.</p>
<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>Sou Brunista (sigo o que nos ensinou Giordano Bruno): universo infinito no espaço-tempo. Tenho escrito há muitas décadas sobre isso com dois grandes pesquisadores no Brasil. As razões são: redshift não deve ser compreendido como efeito Doppler, mas como um enfeequecimento da energia do fóton em seu longo caminho intergaláctico, como acreditava De Broglie; as estimativas da temperatura do espaço foram muito mais precisas por aqueles que não acreditavam em universo expansivo que os Big Banguistas (isso está bem historiado em vários de meus trabalhos); curva de rotação das galáxias: exigem matéria escura (provavelmente alguma interação tipo MOND). Finalmente, BB é muito cristão... mito besta da criação, "fiat lux".</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>Uma compreensão de mundo bem alicerçada numa ideia original, indicando caminhos de investigação da Natureza e com resultados que podem alicerçá-la. A proposição de testes é fundamental, mas devido ao "theory-laden", o ver é condicionado por aquilo que deve ser visto. Mas sempre de um ponto de vista epistemológico. Difícil falar disso hoje com bolsonarismo galopante, mamadeiras de piroca, kit gay e antivacinas. A opinião está destruindo a ciência e a ausência de debates entre cientistas está ajudando a sermos enterrados por essa nova Idade Média.</p>

<p>Nome:</p>	<p>Professor 6</p>
<p>Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).</p>	<p>Bacharel em Física - UNICAMP, 1990 Mestre em Física - UNICAMP, 1992 Doutor em Ciências (Física), UNICAMP, 1996 Licenciatura em Física, IFRS-Farroupilha, 2019</p>
<p>Instituição onde atua:</p>	<p>IFRS Bento Gonçalves</p>
<p>Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:</p>	<p>Fis Exp I, Fis Exp II, Fis Exp III, Fis Exp IV, Fis Mod Experimental, Fis Moderna II, Mecânica Clássica, Física Nuclear e de Partículas, Introdução à Astronomia e Astrofísica.</p> <p>São abertas 2 ou 3 em semestres alternados.</p>

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Sim, disciplina obrigatória</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>Conteúdo e organização do mesmo conteúdo sempre foi e será é a parte mais importante de qualquer curso. Assim, me detive mais no campo de estudo da Física. Ensino de Física, como ensino em outras atividades humanas dependem fundamentalmente do INTERESSE de quem está obtendo esta informação. É importante uma boa didática, uma metodologia adequada, mas não é o principal. A evolução da sociedade humana comprova isso: há 50 anos atrás não havia carga pedagógica e de área de formação humana no cursos, nem havia licenciatura em áreas como física ou química e eram formados físicos brilhantes e que transmitiam muito bem seus conhecimentos. Mas, a platéia tem que querer.</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem quê influências em sua prática docente?</p>	<p>Sim, sem dúvida.</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>Sempre tento contextualizar. E sempre tento mostrar o porquê. Por exemplo, após 13 missões da NASA na Lua muita gente ainda acha que foi dinheiro jogado fora. Entretanto, descobriram abundância de hélio-3 que é ideal para reatores de fusão, sem falar em vários minerais raros. Atualmente já existem empresas privadas querendo ir minerar na Lua. Não porque é difícil, mas porque é LUCRATIVO. Até a NASA pretende estabelecer uma base lá. Por quê? Só "pra bonito"? Pois é... Ideologias à parte, só há vantagens. Além disso, o interesse dos alunos aumenta visivelmente.</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>Bom, o objetivo pedagógico máximo é: aprendizagem, ganho de conhecimento. Aplicação deste conhecimento em benefício da humanidade. Tudo que for realizado neste contexto é válido.</p> <p>Quando leciono este curso, uso várias ferramentas, desde a aula tradicional com exposição e resolução de exercícios até simulações computacionais do céu noturno em "softwares" como o Celestia, Stellarium, etc. O tópico de Astronomia que mais permite "investigar" o contexto social é "Astronomia Anticente". Há que se tomar cuidado para abordar aspectos reais e observáveis dos sítios arqueológicos relativos à Astronomia. Evitar poluir com quaisquer aspectos ideológicos. Ater-se apenas à discussão científica. O legado deste tópico é a Astronomia atual com sua larga aplicação na evolução e bem estar da sociedade humana. Exemplo: a pesquisa espacial proporcionou a obtenção de satélites. Estes por sua vez são fundamentais nas telecomunicações.</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Sim, a olho nú, com catálogo estelar de posição do "Mourão".</p> <p>Tem um telescópio da Meade, mas está com a óptica comprometida. Já fizemos 2 orçamentos de conserto, aguardando prego...</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>Listas de exercícios, Seminários, debates sobre filmes e documentários (levo em conta a participação/interação), atividades práticas como construção de calendários estelares, etc.</p>
<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Sempre.</p> <p>Por exemplo: determinação da velocidade da luz http://curious.astro.cornell.edu/about-us/148-people-in-astronomy/history-of-astronomy/general-questions/993-who-first-measured-the-speed-of-light-intermediate</p>

<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Hahahahaha, TERRA PLANA, só pode. Felizmente, até hj, não tive esse problema. Acredito que se deva ao fato de que as disciplinas de Astronomia que lecionei sejam sempre para alunos no início do curso. Mas no caso da Terra Plana eu diria que "Asgard" só existe em filme de ficção científica... Onde aparece um pouco deste tipo de concepção é em relação à velocidade finita da luz. Alguns alunos aceitam o fato (após um bom tempo de explicações alternativas), mas relutam. Provavelmente se deve a filmes de ficção científica, onde todos usam um tipo de "Dobra Espacial". Meu filho encheu minha paciência com isso, ele é engenheiro. Sobre o tal "Alcubierre Drive". Mostrei para ele que não há conservação da energia. É aí que a Matemática difere da Física: as equações da TRG permitem, mas fisicamente não é possível. Uma vez que Einte colocou uma gás com temperatura e pressão nas equações da TRG, deixou de ser Matemática e virou Física, sujeito às leis de conservação usuais. Simples assim. Como agiria: tentaria mostrar via cálculos, documentários referenciados e artigos acadêmicos sobre a impossibilidade de tal fenômeno. Mas jamais seria inquisidor. Os indivíduos precisam evoluir por seus próprios meios. Um curso acadêmico é um facilitador e não o "tribunal da Inquisição".</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>Nossa, essa pergunta é chata! Essa situação não ocorreu, eu provoço ela. Dai...eu uso o caso do elevador. um elevador muito alto. Primeiro analiso o movimento normal. Depois em queda livre. Depois coloco movimento de arremesso lateral na queda livre. Esse arremesso lateral vai intensificando sua força inicial até que o elevador entre em órbita. Dessa forma, a composição de movimentos permite ao aluno identificar o movimento com aceleração e o movimento uniforme, apenas impulsionado por uma força no início. Esse exemplo permite (e eu faço isso) a obtenção da aceleração centrípeta usando cálculo de limites e derivadas, sem gambiarra e sem decoreba. Observei que os alunos curtem muito. Não vejo necessidade de outro exemplo.</p>
<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>De fato a Lei as Leis de Kepler são caso particular da Gravitação Newtoniana. E isso é demonstrável. Eu faço isso para os alunos em sala. Não. As Leis de Kepler não são aproximações matemáticas. Kepler usou um vasto banco de dados EXPERIMENTAIS de Tycho Brahe e sua própria medidas para chegar a conclusão da excentricidade das órbitas, do fato de serem elípticas. Além disso, Kepler estava trabalhando com os planetas. Na época em questão não haviam sido registradas órbitas parabólicas e hiperbólicas ainda. Isto só viria a acontecer em meados de 1800. E órbitas circulares, embora possíveis teoricamente não foram observadas dado o grande número de perturbações nos corpos celestes, esse fato também desconhecido à época.</p>

<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>A Teoria da Relatividade de Einstein é considerada a Teoria "tope" na Física: foi desenvolvida na ausência de experimentos físicos. Veio a ser comprovada experimentalmente depois, primeiramente com a discrepância na órbita de Mercúrio. Já a Mecânica quântica surgiu de uma série de experimentos contradizendo os cálculos clássicos. Por isso perde a coroa para a TR. Entretanto, via de regra a Física é uma área do conhecimento muito sólida, baseada firmemente em EXPERIMENTOS. A observação repetida de um fenômeno aliada à metodologia científica leva à formação de uma Teoria Científica. Uma lei abrange essa teoria de forma mais geral. Exemplo: As Leis de Kepler do Movimento Planetário e a Lei da Gravitação Universal de Newton que as abrange.</p>
<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>Estamos em constante desenvolvimento. Uma Lei desenvolvida em cima de teorias cujos suporte é EXPERIMENTAL não perdem a validade, apenas tem seus domínios de validade restrito. Assim, não substituímos uma explicação. Restringimos seu limite de validade. Esse é o pensamento científico: os livros estão acabados, concluídos. Não servem para delinear o pensamento científico, apenas nos fornecem conteúdos para que possamos nos aprimorar. Entretanto, na vida real não é assim. Precisamos ir adiante. O pensamento científico deve instigar novos questionamentos tais como: E se... Por que que...etc. E seguimos adiante.</p>
<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>Expansão. Sou ateu. Mas não condeno os religiosos, eu os respeito.</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>Afff, Isso já foi respondido de uma certa forma acima... Vamos lá... Uma Teoria Científica seria um conjunto de Leis (empíricas) experimentais que registram regularidades e comportamentos existente em sistemas e/ou objetos observados. Essa teoria científica suportada por leis deve permitir explicações de forma racional.</p>

Nome:	Professor 7
Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).	Bacharel em Física (UFPR, 1986), Mestre em Física (UFPR, 1989), Doutorado em Astronomia (Observatório de Paris, 1993)
Instituição onde atua:	Universidade Federal do Paraná
Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:	Física Básica III (Eletricidade), Física Básica IV (Ótica), Introdução à Astronomia, Introdução à Astrofísica, Instrumentação Computacional em Física

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Não cursei nenhuma disciplina de Astronomia ou Astrofísica</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>-</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem que influências em sua prática docente?</p>	<p>-</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>Em geral tento contextualizar a Astronomia mas existe um "preconceito" sobre o que deve ser ensinado na disciplina. Os estudantes tem a tendência de querer uma astronomia antiga, não muito diferente de livros de 50 anos atrás (no mínimo). Há um preconceito em trabalhar uma moderna que interage com a indústria, com o dia a dia das pessoas. quando se fala por exemplo em sistemas de navegação (dinâmica orbital, atmosfera, propagação eletromagnética) os estudantes dizem que isto é engenharia não Astronomia. Não precisa aprender isto para ensinar as crianças... A contextualização consegue salvar alguns poucos.</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>Para se compreender realmente é necessário uma epistemologia sobre o assunto, uma revisão das discussões é importante para compreender como a Ciência evolui, como ela agrega novos conhecimentos e como ela "abandona" ideias. É esta discussão que é o objetivo pedagógico não um conjunto/lista de conteúdos.</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Uma astronomia moderna (!) precisa de equipamento, de método para compreender os dados, o equivalente das disciplinas de física experimental: medidas, dados, ajuste de função, obtenção dos parâmetros, compreensão. Infelizmente esbarra-se em dificuldades institucionais em conseguir equipamentos. A solução "temporária" é incitar os estudantes a fazerem seus próprios experimentos, mas ao mesmo tempo são limitados pelo tamanho do semestre.</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>Meu esquema de avaliação é da seguinte forma. Entrego uma lista de exercícios (altamente discursiva) no início do semestre ou no início do segmento de semestre, por exemplo contendo uns 25 exercícios. A prova é montada da seguinte maneira: escolha (por semelhança de conteúdo/discussão) quais questões desta lista podem ser a primeira questão, quais as segunda questão e assim por diante. Um mecanismo (em LaTeX) escolhe por sorteio qual é a primeira questão, a segunda e assim por diante. Cada estudante tem sua prova individual e todo o conteúdo pode ser cobrado no conjunto de estudantes. Realmente eu tenho a tendência de escolher 6 questões e os estudantes devem escolher 4 delas, mas seguindo uma regra bem determinada para não escolherem somente uma parte do conteúdo negligenciando a outra. Então deve-se escolher um questão entre a primeira e a segunda, depois entre a terceira e a quarta, entre a quinta e a sexta. A quarta questão deve ser uma das remanescentes. A avaliação centra-se na capacidade do estudante se fazer entender, fazer figuras quando adequado, quando for o caso demonstrações devem ser comentadas/justificadas nos seus passos intermediários. Lembrando que muitas vezes discorre-se sobre experimentos que os estudantes não fazem durante a prova então eles devem ser capazes de descrever o como, o por que, o que se conclui, como se conclui.</p>

<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Eu faço "trabalhos". Cada estudante escolhe um assunto individual e deve trabalhar este tema. Por exemplo obter A Distribuição das Estrelas nos Céus. Ele deve usar o DSS/ESO e obter imagens de regiões escolhidas com um certo critério, contar as estrelas no tamanho do campo escolhido, e fazer "gráficos" para compreender a distribuição. Portanto determina-se a existência de um região privilegiada que nós chamamos de Via-lactea.</p>
<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Em geral as concepções erradas são as mesmas que historicamente foram tema de discussão. Assim a mesma discussão que fez uma determinada ideia cair pode ser usada. Por exemplo, o geocentrismo caiu não é por que a teoria heliocêntrica é correta mas sim por que as previsões (modelo) de longitudes dos planetas tinham um erro maior do que o das medidas. Todas as dificuldades dos estudantes seguem mais ou menos o mesmo caminho que a humanidade tem, só não deve levar 2000 anos para fazer o estudante compreender.</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>A questão da estação espacial e da gravidade (pretensamente) nula. "A estação espacial não descreve um movimento circular? Então existe uma força que mantém este movimento circular. Se o astronauta está na estação mas não está em contato com as paredes, o mesmo acontece. Então a aceleração diferencial é zero, mas tem gravidade e não é pequena. A pessoa continua pesando." Isto é Física Básica I, simples mas ... é um impacto! O estudante leva um tempo para digirir pois os "preconceitos" estão muito arraigados e a tendência é não querer acreditar. Aqueles que compreendem você pode ver no rosto no instante que compreendem: o movimento dos olhos "brilha".</p>

<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>Considere duas expressões matemáticas: $F=dp/dt$ (1) e $dp/dt=F$ (2). Pergunta, as duas equações são iguais?... Não. Uma diz uma coisa e a outra diz outra coisa. A primeira afirma que se conhecermos a trajetória do corpo podemos saber que força atua sobre estem A segunda diz qu se soubermos quais forças atuam sobre o corpo saberemos qual deve ser a trajetória que o corpo terá. Caso a trajetória medida for diferente existe uma força nova que não foi considerada. Agora para o caso das leis de Kepler. Sim são uma aproximação e não são somente. Elas descrevem a trajetória que o corpo assume e portanto descobrimos qual é a força que atua sobre o corpo (função da distância). São adequadas para obtermos a Lei da Gravitação que conhecemos, mas sabemos que não existem somente dois corpos pontuais interagindo, portanto para corpos reais, para muitos corpos devemos extrapolar (integrar) para obtermos o que queremos. Nenhuma órbita é elíptica, mas podemos definir uma elipse local, instantânea, assintótica.</p>
<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>Uma teoria não vale de nada se não puder sr testada. Dados experimentais não são nada se não pudermos compreendê-los. Observação/Experimentação são indissociáveis da construção, da exploração de uma teoria. A teoria é fundamental para compreender e podermos explorar um fenômeno físico/astronômico. Atualmente exist um embate na questão da fusão a frio. Existem dados que parecem indicar que a fusão a frio (ou seja lá ual for o nome por exemplo, reações nucleares de baixa energia) existe. Mas enquanto não houver uma teoria capaz de dar conta destes dados, qualquer opinião é somente uma opinião. Neste tempo a Ciência dirá com razão: "A fusão a frio não existe!"</p>
<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>O que s deve compreender é que se uma teoria (dados experimentais fitando a teoria) não puder ser questionada em sua validade por meio de medidas que desacordam a teoria, ela continuará e não será substituída. Uma teoria somente será trocada quando esta esbarrar em problemas (experimentais e/ou teóricos) e se a que a substituirá for capaz de ser mais eficiente nestas questões. Cuidado uma teoria quântica é muito superior a teroia clássica, mas continuamos colocando sondas e astronautas usando a teoria classica. Aquele que tentou calcular a trajetória quântica para colocar uma sonda em Marte está até agora tentando chegar na solução, enquanto isto os "classicos" já colocaram muitas sondas. Isto é uma maneira jocosa de deixar claro que há escopo para as teorias.</p>

<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>Vou relatar um programa televisivo que eu assisti. Não lembro bem quem era o convidado mas a minha vaga lembrança diz que era o Reeves, posso estar enganado. O programa justificava-se com o evento de quedas meteoríticas, não me lembro qual. O important era que o apresentador estava bem municiado pela sua equipe com informações. Ele começa perguntando sobre a formação do Universo para o convidado. Este explica como é a visão daquilo que chamamos de modelo padrão. Aí o entrevistador pergunta sobre o modelo que ele propõe, que ele explique este modelo já que ele discorda do modelo padrão. O convidado evita por várias vezes e o entrevistador insiste. Aí o convidado retruca com aproximadamente estas palavras: "Na minha sala de aula eu posso discutir modelos que discordam do modelo padrão por que meus estudantes estão aprendendo a compreender e serem capazes de discutir uma ideia, uma outra ideia, e compara-las. Os telespectadores não, eles vão escutar como se fosse uma verdade e não um questionamento. Não é por que eu acredito na minha teoria que eu estou certo, eu posso estar errado." Bom imagine uns 10-20 segundos de silêncio até que o editor de imagem finalmente conseguiu chamar o intervalo comercial. Públicamente vou falar sobre o modelo padrão, para meus estudantes vou discursar algo mais além. Não se preocupe expansão/estacionário é muito superficial. Os dados dizem o que?</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>O dicionário diria que é "um conjunto de verdades dadas em um período do tempo." Um teoria científica é uma ideia que ajusta dados experimentais dentro das incertezas de medida. Fugiu disto... Ops descobri alguma coisa nova.</p>

Nome:	Professor 8
Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).	Licenciatura em física (UDESC, 2003). Mestre em física (UDESC, 2017)
Instituição onde atua:	IFC - Rio do Sul
Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:	Física Geral (II, III, IV), Introdução à astronomia e astrofísica

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Sim, disciplina obrigatória</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>da Física</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem que influências em sua prática docente?</p>	<p>Sim</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>Sim. Costumo utilizar o contexto histórico dos conteúdos trabalhados e também a discussão sobre notícias atuais e acontecimentos relacionados à astronomia.</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>Ultimamente tem surgido muitas discussões a respeito das empresas privadas que trabalham na exploração espacial. As discussões podem ocorrer durante as ou em outros momentos.</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Sim. A instituição possui um telescópio e ele é utilizado sempre que as condições climáticas permitem. Para isso não são fixadas datas de observação e sim feitas observações sempre que o tempo permitir. Nessas atividades os estudantes fazem observação de planetas, estrelas, constelações, etc. Também aprendem a calibrar o telescópio e fazer a busca automática de objetos celestes.</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>As turmas em geral são pequenas então é possível fazer atividades avaliativas curtas. Podem envolver cálculos, conceitos, discussões em sala e atividades práticas de manuseio do telescópio.</p>
<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Não</p>

<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Aprofundando os aspectos da concepção apresentada buscando fazer com que o aluno perceba que em algum momento a concepção que ele não possui fundamentação científica.</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>Sugerindo a busca de vídeos com aviões em voo parabólico.</p>
<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>Não diria que são uma aproximação, mas sim um dos casos da lei da Gravitação. Como Kepler verificou sua teoria utilizando as tabelas de observação de objetos conhecidos e nessas tabelas não existiam objetos com trajetórias parabólicas ou hiperbólicas, ele acabou convergindo somente para as órbitas elípticas.</p>
<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>A observação (pode ser um experimento mental) indica os aspectos que devem abordados por uma teoria científica. E a teoria deve estar de acordo com as observações feitas.</p>

<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>O desenvolvimento da humanidade desde sempre ocorreu com a busca de solução de problemas atuais e os problemas atuais são diferentes em cada tempo. O pensamento científico não precisa ter sempre teorias corretas, basta uma teoria que possa ser testada e contestadas. A evolução do pensamento científico ocorre justamente da divergência de ideias.</p>
<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>Expansão.</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>Uma proposta de explicação sobre determinado assunto. Essa proposta deve ser testada e replicada e aprovada para que a teoria seja aceita.</p>

Nome:	Professor 9
Formação, Instituição e ano de conclusão, tanto graduação como pós (se houver): Ex: Licenciatura em física (IFSC, 1990). Mestre em ensino de física (UFRGS, 1998).	Bacharel em Física (USP, 1990), Mestre em Astronomia (USP, 1995), Doutor em Astronomia (USP, 2001).
Instituição onde atua:	IFC (INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE)
Disciplina(s) que leciona na Licenciatura em Física:	INTRODUÇÃO À ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA, FÍSICA V, LABORATÓRIO DE FÍSICA I.

<p>Durante a sua graduação, você cursou alguma disciplina de astronomia/astrofísica?</p>	<p>Sim, disciplina eletiva</p>
<p>Nessa(s) disciplina(s), se for o caso, os conceitos/fenômenos discutidos e as atividades realizadas aproximavam-se de maneira específica apenas do campo de estudos da Física ou do Ensino de Física?</p>	<p>Astronomia Computacional.</p>
<p>Os conhecimentos sobre astronomia apresentados em sua graduação, se for o caso, exercem que influências em sua prática docente?</p>	<p>Apesar da busca por novas metodologias e por novos conhecimentos sobre astronomia, muitas vezes me vejo repassando metodologias e/ou conhecimentos similares daqueles da minha graduação. São influências extremamente positivas na minha prática docente, que mostra que boas práticas aprendidas, podem ser repassadas com nenhuma parcimônia.</p>
<p>Em sua prática na disciplina de astronomia, você utiliza algum tipo de contextualização para os temas trabalhados? Que vantagens ou desvantagens você acredita que essa contextualização pode ter no aprendizado de professores em formação?</p>	<p>Sim. Tento contextualizar alguns temas específicos de Astronomia. Há um aprendizado equivocado vinculado à visão em perspectiva da órbita da Terra encontrada nos livros didáticos. Há um forte equívoco cometido por professores ao explicar que a causa das estações do ano é devida à órbita elíptica da Terra. A órbita da Terra, excentricidade de 0,02, praticamente circular, não justificaria as estações do ano, e sim a inclinação da órbita da Terra em relação à eclíptica.</p>

<p>A partir de diferentes formas possíveis de se trabalhar astronomia/astrofísica a fim de que esta possa proporcionar discussões sobre os processos sociais, culturais e históricos de produção de conhecimento científico, qual conceito/tópico ou assunto você acredita potencializar essas discussões e qual pode desviar-se um pouco dos seus objetivos pedagógicos? Você costuma realizar tais discussões quando ministra essa disciplina ou elas ocorrem em outro momento ou disciplina?</p>	<p>A fórmula de Gauss na obtenção de datas móveis do calendário gregoriano, motiva o graduando em licenciatura a calcular em que dia e mês, a páscoa e o carnaval foram festejados no dia do nascimento de qualquer pessoa próxima a ele (familiar, colega de trabalho, etc).</p>
<p>Em sua prática docente, você costuma promover observações astronômicas? Se não, quais motivos você apontaria para não realizar observações? Comente.</p>	<p>Inicialmente, faço um reconhecimento do céu com um mapa celeste impresso ou com apps de celulares gratuitos. Depois dessa etapa fazemos observações noturnas de objetos do céu noturno e alguns do céu profundo com telescópio.</p>
<p>Como você costuma avaliar os alunos na disciplina de astronomia?</p>	<p>A avaliação dá-se através de prova escrita sobre os tópicos abordados e seminários sobre temas específicos.</p>
<p>Em suas práticas com os alunos você costuma trabalhar com artigos acadêmicos sobre o ensino de astronomia? Se for o caso, comente ou exemplifique como costuma trabalhar com esses artigos.</p>	<p>Sim. Há vários artigos interessantes para atingir esse propósito. Eu trabalho dissecando literalmente o artigo para que não fique nenhuma dúvida sobre o assunto. Para tal, faço cópias do artigo e distribuo para grupos de alunos discutirem. Depois, fechamos um questionário para amarrar aqueles conceitos presentes no artigo. Confesso, que essa era uma prática do meu orientador de doutorado, que em sua disciplina dissecava vários artigos científicos também com esse propósito. Apenas repasso da mesma forma.</p>

<p>Como você costuma agir didaticamente quando percebe que um aluno possui uma concepção alternativa inadequada em relação ao conhecimento científico consensual?</p>	<p>Se for por crença religiosa, tento me dirigir ao aluno cuidadosamente, mostrando um outro olhar para esses conceitos, sem agredir suas crenças. Se for por fake news aí é mais fácil o convencimento, pois tem várias formas de mostrar experimentalmente para o aluno que a Terra, por exemplo, não é plana.</p>
<p>Como você explicaria a um estudante da licenciatura o motivo dos astronautas "flutuarem" na estação espacial? Caso essa situação já tenha ocorrido, você pode aproveitar e comentar como reagiu e se atualmente faria algo de forma diferente</p>	<p>Explico o fato pelo movimento em queda perpétuo executado pelos astronautas. Estão sempre com frio na barriga. Como se tivessem despencado de um elevador. Também remeto a trechos do filme "2001, uma Odisseia no Espaço", que mostra duas situações, uma de imponderabilidade do peso, e outra do carrossel que ao girar no espaço gera uma gravidade efetiva.</p>
<p>Sabemos, pela mecânica newtoniana, que os corpos que orbitam o Sol não estão restritos a uma trajetória elíptica, diferentemente do que afirma a Primeira Lei de Kepler. No entanto, Newton procurou demonstrar como a Lei da Gravitação Universal pode ser induzida das Leis de Kepler. Sendo assim, é correto afirmar que as Leis de Kepler são apenas uma aproximação matemática do movimento planetário? Justifique.</p>	<p>Os cometas que não foram observados por Ticho Brahe, descrevem órbitas com alta excentricidade, em bom acordo com as Leis de Kepler, bem como o planeta Mercúrio ($e=0,2$). Kepler, grande matemático, tentou estabelecer relações que buscavam fugir de conotações altamente geométricas. Lembrando que toda circunferência é uma elipse de excentricidade zero. Ao descrever o movimento planetário sobre um outro olhar, as Leis de Kepler deixam de ser puramente uma aproximação matemática. A Lei das Áreas tem como vínculo um raio vetor varrendo áreas iguais em tempos iguais e como consequência obtemos velocidades diferentes nos apsides de uma determinada órbita planetária. A Lei dos Períodos mostra que o período de revolução de um planeta aumenta com a distância dele ao Sol. Isto evidencia que temos uma proposta de "Lei do Movimento Planetário", que foi fortalecida com a obtenção da constante K por Newton, posteriormente incluída na Lei dos Períodos de Kepler.</p>
<p>Considerando o desenvolvimento histórico da Astronomia, como você entende a relação entre observação e teoria científica? Ou ainda: qual o papel da observação na atividade científica?</p>	<p>Depois de Galileu, não há mais volta. Sem a confirmação ou respaldo observacional, estaríamos regredindo para o tempo da inquisição, aceitando todos os dogmas estabelecidos. A observação de um determinado fenômeno, sua reprodutibilidade e a aplicação de um método científico é de fundamental importância para a validação de teorias científicas. Não dá para desvincular teoria e prática.</p>

<p>Como você acomoda as revoluções que ocorreram na ciência (revolução copernicana, transição da mecânica clássica para a quântica, por exemplo) com a ideia de uma explicação objetiva para a natureza? Ou ainda: como você justifica o pensamento científico como entendimento do mundo se tudo o que dispomos são explicações que podem ser substituídas por outras?</p>	<p>Desde Nicolau Copérnico, passando por Newton e chegando a Planck. Esses atores em suas épocas fizeram previsões teóricas que tiveram comprovação experimental para explicar objetivamente os fenômenos naturais.</p> <p>Sem o levantar de uma gramado, para ver suas raízes, nunca o pensamento científico iria evoluir. Isto é fato. Esse é o elixir do pensamento científico. Sempre buscando um novo olhar para desvendar o micro o macro cosmo. Para mim, o entendimento da natureza deve passar por formulações bem mais simplista, se assim não o for, devemos ligar o desconfiômetro, de que há algo muito além do que supõe nossa pensar. Os atores ao longo da historia da humanidade vem fornecendo teorias científicas com certo grau de limitações para descrever um determinado fenômeno natural. O surgimento de uma nova teoria ao confirmar todas as previsões teóricas pré existentes, irá incorporá-las como subconjuntos contendo suas restrições científicas, não as descartando. E assim caminha a humanidade...</p>
<p>Qual sua concepção cosmológica? (Universo em expansão ou universo estacionário?). Quais as razões para essa sua concepção?</p>	<p>O modelo de inflação foi capaz de prever quantitativamente qual seria a variação de temperatura de fundo cósmica e depois foram confirmadas pelos satélites COBE, WMAP E PLANCK. Isto fortalece o modelo infracionário. Mas ainda tem questões em aberto.</p>
<p>O que é uma teoria científica?</p>	<p>Uma teoria científica (modelo teórico) deve fornecer algumas previsões sobre determinadas problemas físicos. Além disso, uma teoria científica deve ser submetida a um método científico ou estudada experimentalmente afim de verificarmos se as suas previsões se confirmam ou não.</p>