

A formação docente e as concepções dos estudantes no âmbito da astronomia

Leopoldo Gorges Neto e Luiz Henrique Martins Arthurury

Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Jaraguá do Sul

Resumo

Apresentamos nesse trabalho uma discussão sobre o ensino de astronomia na escola, com foco na formação docente e suas possíveis consequências na visão dos alunos sobre esse tema e também sobre a atividade científica. Como vêm demonstrando as pesquisas, apesar de se destacar na educação básica por despertar facilmente a atenção dos alunos, a astronomia no contexto escolar frequentemente está acompanhada de concepções inadequadas. Apontamos que o professor, se não estiver atento, e a depender da qualidade de sua formação, 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. Ilustramos 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. Finalmente, sugerimos que sua formação 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.

Abstract

In this work, we present a discussion on the teaching of astronomy at school, focusing on teacher education and its possible consequences on the student's view on this topic and also on scientific activity. As researches has shown, despite standing out in basic education for easily attracting student's attention, astronomy in the school context is often followed by inadequate conceptions. We pointed out that the teacher, if he/her is someone not attentive, and depending on the quality of his/her educational training, may be unconsciously participating in a cycle of inadequate conceptions that range from his/her initial training to the student he/her will be training, going through his/her own school training. We illustrate this possible cycle of transmission of inadequate conceptions, arguing that we should pay particular attention to initial teacher training to avoid that these conceptions are transmitted through their practice. Finally, we suggest that your training is largely subsidized by activities aimed at discussing the history and philosophy of science, both in the field of astronomy and scientific activity itself.

Palavras-chave: ensino de astronomia, formação docente, concepções alternativas, história e filosofia da ciência, natureza da ciência.

Keywords: astronomy teaching, teacher education, alternative conceptions, history and philosophy of science, nature of science.

DOI: [10.47456/Cad.Astro.v2n1.33137](https://doi.org/10.47456/Cad.Astro.v2n1.33137)

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 [1]. No entanto, nas poucas vezes em que é explorada, 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” [2], limitando muitas vezes sua relevância sócio-histórica e cultural, não aproveitando seu papel na ampliação de visão de mundo do estudante [3].

Entendemos que 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 alguns trabalhos em sala são conduzidos pelos professores podem gerar efeitos

bastante distintos, e em alguns casos podendo mesmo ser deletérios aos estudantes, ao propagar concepções inadequadas. Como indicam Gil-Pérez et al. [4], mesmo professores podem apresentar visões distorcidas acerca da atividade científica, que podem facilmente influenciar a visão dos estudantes.

Alguns 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 respeito desse tema [2,5,6]. A partir disto, 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 inadequadas¹ no âmbito da astronomia, como evidenciado por Gonzaga e Voelzke [7].

Procurando discutir resultados de pesquisas a respeito das concepções de astronomia no ensino médio, e sobre a formação docente nessa área, pretendemos chamar atenção para as consequências de exposições didáticas desatentas que podem estar contribuindo para a manutenção de concepções inadequadas sobre a astronomia e a própria atividade científica. Isso pode produzir um ciclo de transmissão dessas concepções, como veremos, sendo que sugerimos então trabalhos que atentem para a natureza da ciência no ensino de astronomia, nos cursos de formação inicial docente, para se diminuir as chances de transmissão dessas concepções.

2 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 [8] 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 [9] 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 [7] 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 [10] 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 eram 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 é adequada para contemplar o ensino de astronomia. Essa constatação também é corroborada pelos trabalhos de Leite e Hosoume [2] e Gonzatti et al. [11].

Lamentavelmente, encontramos um cenário muito semelhante no ensino médio. Poder-se-ia sugerir que nesta etapa da formação básica a situação fosse diferente, 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 [12] 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 [13] e mais recentemente na Base Nacional Comum Curricular [14], ou seja, possuímos documentos nortea-

¹Podemos encontrar na literatura os termos “concepções distorcidas”, “inadequadas” ou “alternativas” como sinônimos de uma mesma ideia de concepções que se diferenciam das concepções mais aceitas cientificamente.

dores para o ensino de astronomia, mas não contemplamos adequadamente isso na formação de professores para a educação básica.

Conforme sugerem Leite e Hosoume [2] e Costa et al. [15], preocupações com a formação continuada podem contribuir para melhorar esse cenário. Quando trabalhados no âmbito de uma temática específica, como é o caso da astronomia, esses cursos podem contribuir como atualização para professores que se afastaram desta temática ou cujas formações iniciais apresentaram alguma deficiência. Como apontam Iachel e Nardi [16], 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 [17] 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. [18], 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 adequadamente os fenômenos astronômicos e também apresentam um grande número de concepções alternativas na tentativa de explicar esses fenômenos. Além disso, essa 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 [6] 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. Entendemos que parcerias como essas podem ser de grande valia para otimizar as ações escolares, mas também nos questionamos e nos preocupamos com 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, pensamos que uma preocupação com a formação inicial dos professores seja nada menos que imprescindível. Conforme aponta Langhi [6],

[...] 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. [15], entendemos que a formação docente é um fator determinante para a qualidade da prática docente. Dificilmente se poderá separar as deficiências na formação do professor das concepções dos estudantes, conforme discutiremos na sequência.

3 As concepções alternativas dos professores e as possíveis influências dessas 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 [6]. Porém, mesmo nos casos de limitação ao livro didático, temos a infeliz presença de erros conceituais que contribuem para a perpetuação do problema [19, 20], 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.

O conceito de concepções alternativas, que são aqueles conhecimentos pessoais que se diferenciam do conhecimento científico, vem sendo estudado ao menos desde a década de 1970 [19], 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, podemos associar essas concepções como um aprendizado significativo que, diferentemente do que se costuma pensar, não representa necessariamente um aprendizado de conceitos corretos ou mais aceitos cientificamente [21]. 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 [22]. Por exemplo, Pedrochi e Neves [23], ao avaliarem questionários aplicados a 21 alunos de graduação em licenciatura em física durante um curso de astronomia básica, 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 para aqueles do conhecimento científico, não seria propriamente adequada. Dispondo do conceito de perfil epistemológico de Bachelard, Mortimer [22] 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 quo-

tidiana do estudante.

No contexto do aprendizado, o perfil conceitual apresenta as características: i) cada zona do perfil pode possuir diferentes ontologias, embora contemplem o mesmo conceito; ii) a consciência do estudante sobre seu próprio perfil é importante para que o mesmo supere concepções alternativas de um dado conteúdo; iii) 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 [24], não podemos perder de vista que 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 [25]. De modo geral, pensamos que tanto a noção de perfil conceitual quanto a mudança conceitual devam 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. [18], as concepções alternativas costumam se manter durante todo o decorrer da educação básica, e entendemos que isso pode ser devido a dois fatores inter-relacionados: a) a astronomia pode estar sendo pouco abordada pelos professores, o que se sustenta com as constatações de Langhi e Nardi [1] e Dias e Rita [17]; e b) o ensino de astronomia na formação inicial docente pode não estar sendo adequado para suprir o problema, conforme apontam Iachel e Nardi [16] e Gonzaga e Voelzke [7]. De todo modo, não pretendemos sustentar um discurso de culpabilização dos professores (dos programas de formação, certamente). Ainda, historicamente foi percebido que “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” [6]. Logo, esforços nesse sentido devem ser conduzidos, conforme discutiremos mais à frente.

Conforme constatado por Iachel e Nardi

[16], 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 [6].

Para Iachel et al. [26], é importante que os professores conheçam as concepções alternativas de seus alunos, pois assim, poderão desenvolver aulas que busquem desmistificar tais concepções e poderão 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, na pesquisa já comentada realizada em 2009 por Gonzaga e Voelzke [7] com trinta e três professores da educação básica, com quinze desses professores atuando em disciplinas de ciências da natureza, obteve-se dados alarmantes à pergunta: “Se um aluno lhe perguntasse o que é um planeta, como você definiria?”. Entre esses professores participantes, 72,7 % 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 [6]:

[...] 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.

Ilustraremos uma extensão desse ciclo de propagação de concepções alternativas na próxima seção, descrevendo cada possível etapa e situando o foco da pesquisa que estamos desenvolvendo.

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 % acertaram sobre o eclipse lunar e 37% sobre o solar. Desde então, preocupações com o ensino de astronomia, especialmente na formação de professores, culminaram em trabalhos que visam diminuir esses problemas na educação básica, como é o caso de Costa et al. [15] e Gonzatti et al. [11].

Enquanto o professor se mantiver em sua atuação, ainda poderá aperfeiçoar seu campo conceitual com sua experiência (infelizmente não temos garantias disso). Mas a maioria dos estudantes não seguirá essa carreira 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 [27], e a astrologia servindo a sujeitos que buscam um “autoconhecimento”, representando um filtro pré-conceitual interpessoal [28] que pode se tornar um obstáculo a qualquer futuro aprendizado [29].

Como proposta para contornar tal cenário, incentivos para um ensino não apenas dos conteúdos da ciência, mas também sobre ciência, emergem [30] e parecem conversar muito bem com o ensino de astronomia. Gama e Henrique [31] 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”. Vejamos um pouco mais de perto essa questão.

4 A história e a filosofia da ciência na formação inicial como direção para o ensino da astronomia

Não pretendemos que o professor de ciências seja um historiador da ciência, ou um epistemólogo. Mas não temos dúvidas de que uma incursão nessas áreas é muito importante para o professor em formação, para 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 inadequadas,

tanto conceituais quanto em relação à própria atividade científica [32].

Por exemplo, 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. [33] 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 discutimos, e por isso argumentamos a seguir a favor de um ensino de astronomia introdutória centrado em questões históricas e filosóficas.

Diversos autores apontam a importância de práticas de ensino centradas na história e filosofia da ciência [34–40]. Além de propiciar um entendimento mais adequado sobre a atividade científica [37], abordagens com esse viés podem auxiliar no entendimento dos próprios conceitos científicos [41].

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, sugerindo que essa poderia ser deduzida das leis de Kepler, o que é um equívoco [42]:

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.

Por exemplo, a gravitação de Newton prevê que as órbitas 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 [43] aponta que se a lógica indutiva existisse, esse simples fato histórico não deveria ocorrer, uma vez que “o mínimo que deveria ocorrer nas induções das leis a partir dos fatos é que as leis não con-

traditassem 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 [44]). 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” [45], 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 [46].

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 precisamos insistir em sua contextualização frente às corroborações e mesmo estruturas das teorias. Não descartamos 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 [43]:

No século XIX foi observado que a órbita pre-

vista 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.

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 [47], 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”. O que acontece é que, ao se comparar duas teorias, como a teoria da relatividade de Einstein e a mecânica newtoniana [43], 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).

Assim, podemos ver que muitas descobertas são resultado de predições teóricas, e que a própria observação está repleta de teorias que guiam e dão significado ao observado. Naturalmente, observações e experimentações são essenciais para estruturarmos nossas teorias, sem as quais a atividade científica perderia sua correlação empírica com a natureza [48]. Apenas chamamos atenção de que a relação entre sujeito (o cientista) e objeto (a natureza) é mais sofisticada do que as visões ingênuas comumente propaladas, e atividades centradas na história e filosofia da ciência podem ajudar o professor a trabalhar visões mais adequadas em relação à atividade científica. Por exemplo, 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 [49]. 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 apocromáticas 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 [50], 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 [51]. 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 [52], buracos negros e ondas gravitacionais [53], exoplanetas e exploração espacial [54], todos são temas que instigam bastante a curiosidade do aluno e podem servir como tema de discussão também sobre a natureza da ciência.

Conforme já sinalizamos, normalmente os professores mantêm concepções alternativas que antecedem sua formação, num ciclo [6] que não será interrompido sem preocupações explícitas com temas sobre a atividade científica em sua formação. Ilustramos na Figura 1 uma possível representação desse ciclo, de modo a explicitarmos algumas frentes de ação possíveis para se atacar em cada etapa as 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, como já apontamos, poderão se contrapor às concepções primeiras. Nesta etapa, é natural supormos 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 pensarmos 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. Em outro trabalho já chamamos a atenção para a importância dos diversos canais de divulgação [55], alertando para a qualidade de propostas voltadas à popularização da ciência, uma vez que [1]:

[...] 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.

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 de nosso 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 [22], compreendemos 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”. Propomos assim que abordagens centradas na história e filosofia da ciência representem uma estratégia também metodológica para se trabalhar conteúdos que normalmente não são passíveis de muita reflexão. 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 a necessidade de uma atenção explícita a essas questões se torna mais latente.

Uma articulação adequada da última etapa do ciclo, as “concepções alternativas em docentes”, depende muito das ações de desenvolvimento por

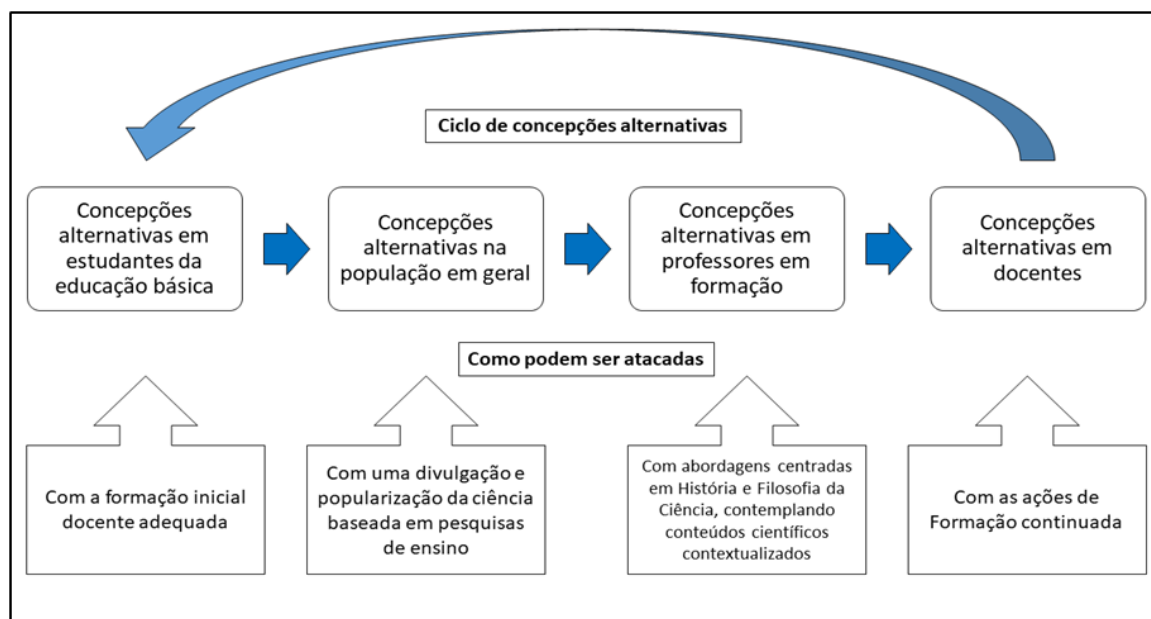


Figura 1: Ciclo de concepções alternativas.

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 nosso 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. Além disso, podem apresentar-se como práticas conteudistas, que dificilmente possibilitarão reflexões críticas sobre a prática docente. Nesse sentido, projetos pedagógicos que ultrapassem a simples exposição de conteúdos, podem permitir que o professor estabeleça uma “reflexão crítica no [seu] fazer pedagógico e, a partir dele, intervir para a inserção de novas práticas e saberes em sala de aula” [56].

Apesar de acreditarmos que um aperfeiçoamento sempre seja possível a qualquer profissional, insistimos que cuidar com sua formação inicial 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.

5 Considerações finais

As concepções alternativas, se não forem adequadamente trabalhadas na formação dos professores, poderão “voltar” na educação básica, e como uma verdade quase que incontestável, uma vez que virá da fala desses professores. Então pensamos que 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 presente trabalho, onde procuramos apresentar essas preocupações com a formação do professor, faz parte de uma pesquisa em desenvolvimento justamente sobre esse contexto de formação, com a análise dos projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura em física que possuem a disciplina de astronomia em sua grade curricular. Pelo o que levantamos até o momento, apresentamos o que pensamos ser uma abordagem auspiciosa, se não imprescindível, para o ensino de astronomia: uma preocupação constante com sua história, seu desenvolvimento, e as questões sobre a atividade científica que podem ser de grande valia para se atenuar os problemas com as concepções alternativas. 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 ativi-

dade científica. A astronomia já ocupa um lugar de destaque natural no conhecimento humano e na curiosidade dos estudantes. Atentando para as preocupações trazidas neste trabalho, poderemos explorar melhor todo seu potencial axiológico, epistemológico e mesmo metodológico, 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.

Sobre o autor

Leopoldo Gorges Neto (leo.gorges@hotmail.com) é graduando em Física pelo IFSC, com interesse e trabalhos sobre educação em astronomia.

Luiz H. M. Arthury (luiz.arthury@ifsc.edu.br) é Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC, com trabalhos de pesquisa sobre o desenvolvimento da ciência, seus modos de produção de conhecimento e seu ensino.

Referências

- [1] R. Langhi e R. Nardi, *Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica*. Rev. Bras. Ensino de Fís. **31** (4), 4402, 2009.
- [2] C. Leite e Y. Hosoume, *Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia*. RELEA **4**, 47-68, 2007.
- [3] D.R. Soler e C. Leite, *Importância e justificativas para o ensino de astronomia: um olhar para as pesquisas da área*, in *Anais do II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (2012).
- [4] D. Gil Pérez, I.F. Montoro, J.C. Alís, A. Cachapuz e J. Praia, *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*, *Ciência & Educação* **7** (2), 125 (2001).
- [5] R. Langhi e R. Nardi, *Formação de Professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental*, Rev. Ensaio **12** (2), 205 (2010).
- [6] R. Langhi, *Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional*, Cad. Bras. Ensino de Fís. **28** (2), 373 (2011).
- [7] E.P. Gonzaga e M.R. Voelzke, *Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais*, Rev. Bras. Ensino de Fís. **33** (2), 1, 2011.
- [8] P.S. Bretones e J. Megid Neto, *Tendências de teses e dissertações sobre educação em astronomia no Brasil*, Boletim da S.A.B. **24** (2), 35 (2005).
- [9] G. Iachel e R. Nardi, *Memórias da educação em astronomia no Brasil: recortes a partir das falas de pesquisadores entrevistados sobre o tema*, RELEA **18**, 27 (2014).
- [10] M.H. Pacheco e M.S. Zanella, *Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações*, RELEA **28**, 113 (2019).
- [11] S.E.M. Gonzatti, A.S. Maman, E.F. Borragini, J.C. Kerber e W. Haetinger, *Ensino de astronomia: prática docente no ensino fundamental*, RELEA **16**, 27 (2013).
- [12] A.R.J. Justiniano, H.R. Reis e D.R. Germiniano, *Disciplinas e professores de astronomia nos cursos de licenciatura em Física das universidades brasileiras*, RELEA **18**, 89 (2014).
- [13] Brasil, Ministério da Educação (MEC), *Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio*, Brasília (1999).
- [14] Brasil, Ministério da Educação (MEC), *Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio*. Brasília (2018).
- [15] S. Costa, G.J. Euzébio e F. Damasio, *A astronomia na formação inicial de professores de ciências*, RELEA **22**, 59 (2016).
- [16] G. Iachel, *Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores*, in *Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores*, editado por R. Nardi (Cultura Acadêmica, São Paulo, 2009).

- [17] C.A. Dias e J.R. Santa Rita, *Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio*, RELEA **6**, 55 (2008).
- [18] L.M. Darroz, C.W. Rosa, Á.B. Rosa e C.A.S. Perez, *Evolução dos conceitos de astronomia no decorrer da educação básica*, RELEA **17**, 107 (2014).
- [19] R. Langhi e R. Nardi, *Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências*, Cad. Bras. Ensino de Fís. **24**, n. 1, 87 (2007).
- [20] M.C. Batista, P.A. Fusinato e A.A. de Oliveira, *Astronomia nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental I*, Ensino & Pesquisa **16**, 46 (2018).
- [21] M.A. Moreira, *Al final, qué es aprendizaje significativo?* Rer. Currículum **25**, 29 (2012).
- [22] E.F. Mortimer, *Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?*, Inv. ensino de ciências **1**, n. 1, 20 (1996).
- [23] F. Pedrochi e M.C.D. Neves, *Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior*, Rev. Elec. Enseñanza Ciencias **4**, n. 2, (2005).
- [24] I.G. Milani e L.H.M. Arthury, *A introdução de temas em aulas de física: utilização das concepções prévias nos modelos de mudança conceitual e perfil conceitual*, Cad. Bras. Ensino de Fís. **36**, n. 2, 414 (2019).
- [25] M. Matthews, *Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação*, Cad. Bras. Ensino de Física **17**, n. 3, 270 (2000).
- [26] G. Iachel, R. Langhi e R.M.F. Scalvi, *Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua*, RELEA **5**, 25 (2008).
- [27] M.M. Cruz, *Distante e bondoso: uma reflexão sobre a vanguarda intelectual*, Secuencia **106**, e1690 (2020).
- [28] S. Guerriero, *Esoterismo e astrologia na Nova Era: do ocultismo à psicologização*, Reflexão **41**, n. 2, 211 (2017).
- [29] G. Bachelard, *A filosofia do não* (Abril Cultural, São Paulo, 1984).
- [30] M.R. Mathews, *Science teaching: the role of history and philosophy of science* (Routledge, New York, 1994).
- [31] L.D. Gama e A.B. Henrique, *Astronomia na sala de aula: por quê?*, RELEA **9**, 7 (2010).
- [32] T.C.M. Forato, M. Pietrocola e R.A. Martins, *Historiografia e natureza da ciência na sala de aula*, Cad. Bras. Ensino de Fís. **28**, n. 1, 27 (2011).
- [33] S.R.T. Gatti, R. Nardi e D. Silva, *A história da ciência na formação do professor de física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente*, Ciência & Educação **10**, n. 3, 491 (2004).
- [34] R. Gagliardi e A. Giordan, *La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza*, Ense. de las Ciencias **4**, n. 3, 253 (1986).
- [35] L.O.Q. Peduzzi, *Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*, organizado por M. Pietrocola (Editora da UFSC, Florianópolis, 2001).
- [36] C.C. Silva (Org.) *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006).
- [37] C.N. El-Hani, *Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior*, in *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*, organizado por C.C. Silva (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006).
- [38] R.A. Martins, *Introdução: a história das ciências e seus usos na educação*, in *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*, organizado por C.C. Silva (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006).

- [39] R. Nardi, *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes* (Escrituras Editora, São Paulo, 2007).
- [40] I. Batista, *Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa em Educação Científica e Matemática* in *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*, organizado por R. Nardi (Escrituras Editora, São Paulo, 2007).
- [41] O.H.M. Silva e C.E. Laburú, *Inserção de componentes históricos e filosóficos em disciplinas das ciências naturais no ensino médio: reflexões a partir das controvérsias historiográficas entre Kuhn e Lakatos*, Rev. Elec. Inv. en Educación en Ciencias **5**, n. 2, 69 (2010).
- [42] F.L. Silveira, *A teoria do conhecimento de Kant: o idealismo transcendental*, Cad. Bras. Ensino de Fís. **19**, 28 (2002).
- [43] F.L. Silveira, *A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico*, Cad. Cat. Ensino de Fís. **13**, n. 3, 197 (1996).
- [44] J.C. Penereiro, *Galileo e a defesa da cosmologia copernicana: a sua visão do universo*, Cad. Bras. de Ensino de Fís. **26**, n. 1, 173 (2009).
- [45] A. Lejeune, *The Concise Dictionary of Foreign Quotations*. (Stacey International, London, 1998).
- [46] A.C. Força, E.P. Perez, M.S.V. Quintillio e V.C. Alvez, *A evolução dos instrumentos de observação astronômica e o contexto histórico-científico*, in *Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física* (2007).
- [47] R.C. Nunes e W.P. Queirós, *Doze mitos sobre a teoria da relatividade que precisamos superar*, Cad. Bras. de Ensino de Fís **37**, n. 2, 531 (2020).
- [48] L. H. M. Arthury e J. O. Garcia, *Em prol do realismo científico no ensino*, Ciência & Educação **26**, e20011 (2020).
- [49] M.A. Moreira e F. Ostermann, *Sobre o ensino do método científico*, Cad. Cat. Ensino de Fís. **10**, n. 2, 108 (1993).
- [50] NASA, *About - Hubble Servicing Missions*, disponível em www.nasa.gov/mission_pages/hubble/servicing/index.html, acesso em 28 de out. 2020.
- [51] R.L.S. Barros, *As leis de Kepler em livros didáticos de física: a ciência enquanto construção humana*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco (2012)
- [52] A.B. Henrique, V.F.P. Andrade e B.L. Astorina, *Discussões sobre a natureza da ciência em um curso sobre a história da astronomia*, RELEA **9**, 17 (2010).
- [53] A. Saa, *Cem anos de buracos negros: o centenário da solução de Schwarzschild*, Rev. Bras. Ensino de Fís. **38**, n. 4 (2016).
- [54] M.H. Andrade, *Exoplanetas como tópico de Astronomia motivador e inovador para o ensino de Física no ensino médio*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012).
- [55] L. Gorges, E.H. Dums, E. Paganelli e L.H.M. Arthury, *Ensino de astronomia em espaços não formais: uma atividade com um grupo de escotismo*, Cad. Educação Bas. **5**, n. 2, 90 (2020).
- [56] A.M. Oliveira, C.K.S. Machado, A.C.T. Monteiro, R.C. Nascimento e P. Santos, *Continuing education: a solution proposal for problems in the teaching of Astronomy*, [arXiv:2002.05444](https://arxiv.org/abs/2002.05444) (2020).