



Ciência & Educação (Bauru)

ISSN: 1516-7313

ISSN: 1980-850X

Programa de Pós-Graduação em Educação para a
Ciência, Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências, campus de Bauru.

Oliveira, Laysla Caroline Rosa de; Genovese, Luiz Gonzaga Roversi; Carvalho,
Washington Luiz Pacheco de; Genovese, Cinthia Leticia de Carvalho Roversi
O conceito de dialogicidade de Paulo Freire e as questões sociocientíficas na
formação de professores dos anos iniciais sobre a presença de água no Sistema Solar
Ciência & Educação (Bauru), vol. 29, e23052, 2023
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade
Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, campus de Bauru.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320230052>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251075393026>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais informações do artigo
- ▶ Site da revista em redalyc.org



Sistema de Informação Científica Redalyc


Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal

Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

O conceito de dialogicidade de Paulo Freire e as questões sociocientíficas na formação de professores dos anos iniciais sobre a presença de água no Sistema Solar

Paulo Freire's dialogic theory and socio-scientific issues in early childhood teaching education about the presence of water in the Solar System

 Laysla Caroline Rosa de Oliveira¹

 Luiz Gonzaga Roversi Genovese²

 Washington Luiz Pacheco de Carvalho³

 Cinthia Leticia de Carvalho Roversi Genovese²

¹Secretaria Municipal de Educação, Goiânia, GO, Brasil. Autora correspondente: layslacaroline@discente.ufg.br

²Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, Brasil.

³Universidade Estadual Paulista (Unesp), Ilha Solteira, SP, Brasil.

Resumo: Neste trabalho apresentamos as dificuldades e aprendizagens de pedagogos em formação inicial que participaram de um minicurso sobre Astronomia e Astrobiologia, na perspectiva da Educação por meio das questões sociocientíficas e o conceito de dialogicidade de Paulo Freire. Consideramos que esta pesquisa possui abordagem qualitativa, e os métodos de obtenção dos dados foram as gravações das aulas e os planos de aula elaborados pelas participantes. A análise de conteúdo realizada a partir dos conceitos teóricos trabalhados e dos dados obtidos proporcionou a criação de três dimensões: Conteúdo, Dialogicidade e Questão Sociocientífica. Os resultados apontam, principalmente, para a importância de oportunizar uma formação crítica em Ciências que incentive a dialogicidade, a autonomia de pensamento e a reflexão sobre temas científicos controversos a pedagogos em formação.

Palavras-chave: Ensino de ciências; Formação de professores; Questões sociocientíficas; Astronomia; Astrobiologia.

Abstract: In this paper, we present the challenges and lessons learned by pedagogues in their initial training who took part in a mini-course on Astronomy and Astrobiology, from the perspective of Education through socio-scientific issues and Paulo Freire's dialogic theory. We believe that research takes a qualitative approach, with data collected through class recordings and lesson plans developed by participants. The content analysis performed on the theoretical concepts worked and the data obtained resulted in the development of three dimensions: content, dialogicity and socio-scientific question. The findings emphasize the importance of providing a critical education in science that encourages dialogicity, autonomy of thought, and reflection on controversial scientific topics for pedagogues in training.

Keywords: Science teaching; Teacher training; Socioscientific issues; Astronomy; Astrobiology.

Recebido: 15/03/2023

Aprovado: 29/08/2023



Introdução

No âmbito da sala de aula, principalmente nos anos iniciais, abordagens sobre os conhecimentos científicos atuais tendem a ser ignoradas. No entanto, a criança dos anos iniciais do Ensino Fundamental, mesmo apresentando poucas experiências comparadas às de um adulto, já possui capacidade de se posicionar e defender alguns assuntos relacionados ao ensino de ciências (BRASIL, 2019).

A discussão sobre o ensino de Astronomia nessa etapa da escolaridade é abordada na unidade temática *Terra e Universo* da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), presente desde o primeiro ano. Nessa unidade, “[...] busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de **outros corpos celestes** – suas dimensões, **composição**, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles” (BRASIL, 2017, p. 328, grifo nosso).

Na sala de aula, quando conteúdos de Astronomia são abordados, as crianças demonstram interesse em todas as atividades. Porém, diversos pesquisadores explicam que o maior problema reside na formação inicial dos professores que atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental, para trabalhar com esse assunto (DANTAS, 2012; LANGHI, 2009; LANGHI; NARDI, 2005; LANGHI; SILVA, 2018).

Para Langhi (2009), a Astronomia promove um papel motivador tanto para os alunos dos anos iniciais, quanto para os professores, além de oferecer aos estudantes oportunidades de compreender a história ao longo dos séculos, referente aos fenômenos que envolvem o cosmos. Assim, a Astronomia contribui para desmistificar alguns conceitos do senso comum, evidenciando vários paradigmas que permeiam o pensamento e a curiosidade humana.

Além dos conceitos elaborados historicamente, vemos diariamente notícias relacionadas à Astronomia, com implicações para a Astrobiologia, como a presença de água em vários corpos celestes além da Terra, divulgadas especialmente pela agência do governo federal dos Estados Unidos, denominada Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço, em inglês National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2017).

Com o objetivo de avançar no campo da Astrobiologia, tanto nos estudos para educação pública, divulgação científica e pesquisas em missões de voo, em 1998 foi fundado o Instituto de Astrobiologia da NASA (NAI). Trata-se de um programa multidisciplinar e multi-institucional, executado por institutos de pesquisa, universidades, pela própria NASA e por outros laboratórios governamentais (BLUMBERG, 2003; MORRISON, 2004). Importante destacar que ambos os autores citados, ao explicarem sobre os objetivos do NAI, mencionam a educação pública em Astrobiologia. Blumberg (2003) ainda enfatiza a preocupação com o envolvimento de estudantes, pois serão os astrobiólogos das gerações futuras.

À medida em que a exploração e os meios tecnológicos avançam, são publicados novos estudos. Artigos da área de Astrobiologia apontam que planetas, satélites e cometas que estão sendo constantemente pesquisados por meio da exploração espacial, demonstram a presença de água nos três estados físicos em nosso Sistema Solar e, inevitavelmente, em todo o Universo (QUILLFELDT, 2010).

Diante do exposto, alguns questionamentos foram elaborados: Como ensinar Astronomia e Astrobiologia a pedagogos em formação? Quais conteúdos devem ser abordados? Qual metodologia de ensino pode contribuir para o aprendizado e o interesse dos graduandos sobre esse assunto?

Dessa forma, surgiu a seguinte pergunta para este estudo: *Quais são os aspectos formativos apropriados por pedagogos em formação inicial durante um minicurso de Astronomia e Astrobiologia que se utiliza das questões sociocientíficas, juntamente com o conceito de dialogicidade de Paulo Freire?*

Para responder a essa questão, foram analisadas as aulas ministradas durante um minicurso realizado virtualmente em um curso de graduação em Pedagogia de uma Instituição de Ensino Superior (IES), no qual foram discutidos e problematizados conceitos relacionados ao ensino de Astronomia, e a inserção de conhecimentos acerca da Astrobiologia.

Presença de água no sistema solar

À medida que a exploração e os meios tecnológicos avançam, vamos descobrindo novas evidências da presença de água em satélites e planetas de nosso Sistema Solar (QUILFELDT, 2010). Uma das maiores agências do mundo, responsável por pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para a exploração espacial, a NASA, publiciza frequentemente os resultados de seus estudos na área da Astronomia. Entre esses, está a divulgação sobre a abundância de água em nosso Sistema Solar. Essa agência explica que “[...] existem vários mundos que se acredita possuírem água líquida sob suas superfícies, e muitos mais que possuem água na forma de gelo ou vapor” (NASA, 2015, p. 1, tradução nossa).

Os estudos mais recentes confirmam a presença de água nos três estados físicos em Marte. Pequena quantidade de água na forma de vapor foi detectada pela sonda *Phoenix*, lançada em 2007. Gotas de água foram vistas condensando-se sobre sua superfície. Também foi encontrado um lago estável com vinte quilômetros de diâmetro abaixo de uma camada de gelo, próxima ao Polo Sul de Marte (DIEZ, 2018). Os pesquisadores usaram o radar da *Mars Express*, lançado em 2003. As análises dos dados coletados entre maio de 2012 e dezembro de 2015 confirmaram a presença de água líquida. Essa descoberta traz importantes implicações para a Astrobiologia e para a possibilidade de missões tripuladas ao planeta vermelho.

Em Plutão, há indícios de que sua montanha de gelo chamada de *Sputnik Planitia* possui uma camada de gás chamada hidrato de clatrato (KAMATA *et al.*, 2019). Essa camada de gás atua como isolante térmico e está situada abaixo do gelo da bacia e acima da água líquida, permitindo que os dois estados da água existam, ou seja, o planeta anão de nosso Sistema Solar, é um mundo ativo no que se refere à quantidade de água que pode estar escondida, formando um oceano subterrâneo oculto.

Já em Europa, um dos quatro principais satélites de Júpiter, também foram encontrados dados que indicam a existência de água nos três estados físicos. Tendo essas amostras, é possível compreender mais sobre esse satélite natural que possui mais água do que a Terra. A agência espacial estadunidense argumenta que “Europa pode ser um dos locais mais promissores do nosso Sistema Solar para encontrar ambientes atuais adequados para alguma forma de vida fora da Terra” (NASA, 2023, p. 1, tradução nossa).

Consideravelmente próxima a nós, a Lua, satélite natural do planeta Terra, apresenta água congelada, pois a “[...] observação das características espectrais de água confirma que o gelo de água fica preso e se acumula em regiões permanentemente sombreadas [...]”. (LI *et al.*, 2018, p. 8907, tradução nossa). No ano de 2020, o telescópio Sofia, que está instalado em um avião Boeing 747, por meio de análises aéreas detectou água em uma localidade constantemente iluminada pelo Sol. Sendo assim, indícios como esse apontam a presença de água mais abundante e acessível do que se imaginava (HONNIBALL *et al.*, 2021).

A água é um recurso hídrico fundamental para a manutenção e a existência de vida, como a conhecemos. Nos anos iniciais são abordados conteúdos sobre a água, sendo ela doce ou salgada, sobre seu ciclo, sua preservação, suas relações de uso no desenvolvimento agrícola e industrial, suas respectivas distribuições, e/ou a falta dela. Essas comprovações de água nos estados sólido, líquido e gasoso em outros astros, nos convidam a refletir acerca da amplitude e riqueza presentes em cada galáxia, colocando-nos como apenas mais um observador no meio de tantas possíveis vidas, além das existentes no *pálido ponto azul*, que é a Terra (SAGAN, 2019).

Desse modo, a água é pauta frequente, principalmente nas questões ambientais ou geopolíticas, e todas elas são para compreender suas relações e interferências em nosso mundo. Portanto, estudar sobre a existência dela em outros astros que estão próximos da Terra, como os presentes em nosso Sistema Solar, abre possibilidades para se pensar em ambientes propícios para o surgimento e desenvolvimento da vida, já que a presença de água é um recurso fundamental para a vida que conhecemos em nosso planeta.

Logo, a abordagem sobre este assunto nos anos iniciais do Ensino Fundamental, na perspectiva das questões sociocientíficas, poderá auxiliar na construção da autonomia de pensamento e ação, promovendo o desenvolvimento da criticidade dos alunos, por meio de uma educação contextualizada e atualizada.

Questões sociocientíficas no ensino de ciências dos anos iniciais

Todos os dias os diversos meios de comunicação divulgam matérias sobre atividades científicas que influenciam diretamente a vida humana. Para além disso, a ciência traz problemas e questões que podem ser debatidos pela sociedade. Em sala de aula é importante abordar esses assuntos, por meio de propostas pedagógicas críticas, voltadas para a atualidade. Essa é a perspectiva da educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que propõe um ensino em ciências mais humano, e menos elitista e tecnocrático (MARTINÉZ-PÉREZ; CARVALHO, 2012).

A educação CTS no ensino de ciências proporciona o estudo de diferentes conceitos científicos, articulados à crítica ao modelo de desenvolvimento da ciência e da tecnologia (C&T) na sociedade. Tais estudos podem ser viabilizados por meio das questões sociocientíficas, que objetivam trazer assuntos controversos relevantes em nosso cotidiano, para serem tratados e discutidos em uma perspectiva analisadora, reflexiva e crítica (BERNARDO, 2014; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Diversos assuntos científicos controversos podem ser discutidos como questões sociocientíficas atualmente, por exemplo, as diversas fontes de energia elétrica, as terapias com células-tronco embrionárias, o veganismo, a pesquisa sobre úteros artificiais, a reposição hormonal, a ozonioterapia, a origem da vida, a Astrobiologia entre outras. Por isso, entendemos que a complexidade de tais questões demanda o estudo de conceitos científicos de diferentes disciplinas, como física, química, biologia, matemática, geologia, filosofia, sociologia, entre outras, além de considerarmos os valores éticos e religiosos de cada indivíduo nessas discussões (PEDRETTI, 1997; SANTOS; MORTIMER, 2009).

Com relação à Astrobiologia, seu estudo se relaciona com a educação CTS e com as questões sociocientíficas, por se tratar de “[...] um campo multidisciplinar estabelecido” (LINEWEAVER, 2008, p. 607, tradução nossa). Portanto, de acordo com o autor, o campo da Astrobiologia é estudado por pesquisadores das mais diferentes áreas científicas. Ademais, a descoberta constante de novos exoplanetas em zonas habitáveis, a detecção de água

em abundância em diferentes astros e a compreensão dos organismos extremófilos que vivem na Terra, ampliam as possibilidades para a Astrobiologia e justifica seu estudo como questão sociocientífica.

É importante salientar que, nas questões sociocientíficas, não existe apenas uma ou duas respostas corretas sobre algo que está sendo discutido. Também não se pretende descrever mecanismos que apresentem somente a importância da ciência. Os objetivos traçados na abordagem das questões sociocientíficas, vão para além de um só âmbito. A partir das reflexões realizadas por meio de temas controversos, será possível formar indivíduos críticos capazes de interferir, pensar e transformar a sua realidade. Desse modo, as estratégias de ensino proporcionadas pelas questões sociocientíficas caminham para a criticidade em diversos aspectos, e os temas explorados proporcionam ao professor, como mediador, pensar e refletir sobre suas práticas pedagógicas (GENOVESE; CARVALHO; GENOVESE, 2019).

No contexto brasileiro, o processo de exercício da criticidade é essencial para todo o âmbito nacional, principalmente quando se trata de temas atuais e recorrentes fundamentais para compreender as questões sociais, políticas e seus respectivos contextos históricos que acarretam a transformação do Brasil. Dessa forma, pensando na construção e efetivação da criticidade nas aulas de ciências, as questões sociocientíficas já estão presentes em diversas publicações nacionais (SANTOS, 2008; SANTOS; MORTIMER, 2002, 2009). Porém, há poucas pesquisas relativas à introdução das questões sociocientíficas nos anos iniciais do Ensino Fundamental (GENOVESE, 2017).

Mundim e Santos (2012) analisaram como alunos dos anos finais do Ensino Fundamental relacionaram os temas sociocientíficos estudados às suas próprias vivências e experiências do cotidiano. Para Ramos e Silva (2007, p. 3), “[...] a inserção destes estudos em salas de aula de ciências [...]”, pode significar alguns avanços na busca da construção de uma visão diferenciada de C&T por parte dos estudantes.

Ante o exposto, para fundamentar as reflexões em torno do estudo que propomos nesta pesquisa, consideramos que as contribuições teóricas de Paulo Freire, apresentadas no item a seguir, são fundamentais.

Paulo Freire e a dialogicidade: um ensino de ciências voltado para uma pedagogia crítica

Com sua perspectiva pautada em uma educação libertadora, Paulo Freire sempre defendeu a prática docente como um processo educativo-crítico ou progressista, que oportunizasse a troca de conhecimentos entre professor e aluno, a fim de viabilizar o ensino não como uma transferência de conhecimento, mas como possibilidade de construção e produção dele (FREIRE, 1996).

O autor não especificou como deveria ser a abordagem do ensino de ciências em si, de acordo com as suas obras e metodologias. Entretanto, em sua obra *Política e educação* refere-se à ciência, argumentando que se deve não só estar atento às descobertas científicas, mas valorizar também os conhecimentos trazidos pelas pessoas mais simples, aqueles originados da prática cotidiana, ou seja, do senso comum. Por meio dessas falas, é possível realizar um trabalho pedagógico crítico e dialógico, com o objetivo de “[...] desmitificar e desmistificar a ciência, quer dizer, pô-la no seu lugar devido, respeitá-la, portanto” (FREIRE, 2018, p. 10).

O autor explica a segurança que sente ao discutir determinado assunto e se colocar como alguém que está ensinando e aprendendo. “Minha segurança se funda na convicção de que sei algo e de que ignoro algo que se junta à certeza de que posso saber melhor o que já sei e conhecer o que não sei” (FREIRE, 1996, p. 152-153). Essa postura docente favorece o diálogo e a abertura para novas aprendizagens.

O conhecimento científico é algo que deve ser amplamente discutido de maneira dialógica, seja sobre assuntos abordados no livro didático, seja nos conteúdos programados ou temas que estão presentes no cotidiano e na mídia. Por isso, a importância da dialogicidade proporcionada pelos educadores, educadoras e seus educandos, todos com disposição para aprender e, se necessário, rever algum posicionamento frente às diversas questões que podem surgir. Somente assim haverá a abertura para a ampliação do conhecimento.

Em sua obra *Pedagogia do oprimido*, Freire (2002) discute quem são os oprimidos e qual é a relação desses com os opressores, para justificar porque é relevante uma pedagogia que viabilize a libertação e a superação do processo de dominação. No terceiro capítulo, o autor explica a importância da dialogicidade na educação como prática da liberdade. Ele argumenta que é preciso considerar a conciliação que se pode ter com diversas opiniões, com a intenção de conduzir o ensino de maneira dialógica.

Para Freire (2002), no diálogo, os seres humanos encontram o significado do conceito de humanidade, porque quando se nega o direito primordial da fala, ocorre o depósito de ideias de um sujeito no outro. Nessa perspectiva, para o autor a existência humana não pode ser muda, porque os seres humanos se constituem por meio de suas palavras, de seu trabalho, com o objetivo de transformar o mundo. Poder falar não é privilégio de poucos, mas um direito de todas as pessoas, pois a “[...] conquista implícita no diálogo é a do mundo pelos sujeitos dialógicos, não a de um pelo outro. Conquista do mundo para a libertação dos homens” (FREIRE, 2002, p. 79).

Os conceitos discutidos por Freire (1996, 2002, 2018) apresentados anteriormente, como problematização, dialogicidade e liberdade, entre outros, estão voltados para uma educação que privilegie o diálogo, a investigação e a reflexão. Compreendemos que no ensino de ciências, os caminhos direcionados para este objetivo se encontram na abordagem de temas controversos, que permeiam nossa realidade. Nesse sentido, as questões sociocientíficas proporcionam versar em sala de aula sobre diversos assuntos que transcendem as paredes escolares, oportunizando uma abrangente visão sobre a educação CTS. E a presença de água em diversos astros do Sistema Solar possibilita uma ampla discussão acerca da origem da vida, de formas diferentes de vida, da evolução biológica, entre outros assuntos.

Percurso metodológico

A presente pesquisa se insere no seio das investigações em educação em ciências orientadas pelos pressupostos teóricos e práticos da abordagem qualitativa, expressa com certa coesão e coerência, em seus aspectos gerais, por diversos estudiosos (BOGDAN; BIKLEN, 2010; DENZIN; LINCOLN, 2006; FLICK, 2012, entre outros). A referida pesquisa contou com a participação ativa e frequente de dezesseis graduandas de um curso diurno de licenciatura em Pedagogia, que realizaram o minicurso *Astronomia e Astrobiologia: presença de água no Sistema Solar*, ministrado pela primeira autora deste trabalho. O minicurso com carga horária de 12 horas ocorreu no ano de 2021, e fazia parte da disciplina semestral

de *Ciências da Natureza II* de uma universidade pública, gratuita e de qualidade, situada no Centro-Oeste do Brasil, sob responsabilidade da última autora. As aulas ocorreram de forma remota, devido ao período da pandemia mundial de COVID-19¹, o que facilitou o registro digital de falas, posturas e produções (planos de aulas), construção de sentidos e do contexto das participantes.

O formato de minicurso foi escolhido porque, diferentemente de uma palestra, permitiu abordar os conteúdos necessários e relacionados à temática sobre a presença de água em astros do Sistema Solar. Ademais, no auge da mencionada pandemia, não seria possível realizar um curso, pois, naquele momento, as estudantes não tinham amplo acesso à internet e a instituição pública na qual a pesquisa foi realizada recomendou a redução do tempo das aulas. Mesmo compreendendo que um curso apresenta maiores possibilidades de proporcionar a valorização da subjetividade, a motivação e o engajamento cognitivo dos alunos, como apontaram Freitas e Villani (2002), o minicurso foi escolhido como formato mais condizente com a situação formativa no contexto pandêmico mencionado.

Nesse sentido, este trabalho se configura como um estudo de caso particularista (ESTEBAN, 2010; MERRIAM, 1998). De acordo com esses autores, os estudos de caso particularistas centram-se em um evento, uma situação, uma disciplina, um plano de curso, um acontecimento em particular. Os dados da pesquisa foram as gravações das aulas, as notas de campo e os planos de aula elaborados pelas estudantes. Antes do processo de gravação e intervenção em sala de aula, as estudantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, respeitando-se todas as etapas desse processo. As aulas foram gravadas pela plataforma Google Meet. A duração de cada encontro foi de, aproximadamente, duas horas, que ocorriam nas sextas-feiras das 8h às 10h. Todas as aulas foram gravadas e transcritas pela primeira autora, que selecionou trechos, presentes neste trabalho.

Os nomes das estudantes participantes foram substituídos por nomes de astros que se encontram no Sistema Solar: Sol, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno, Lua, Europa, Ganimedes, Calisto, Tritão, Encélado e Mimas. Essa substituição foi realizada por meio de sorteio, isto é, não foram dadas relações específicas ou particularistas relacionadas aos nomes dos astros. O pouco prazo do minicurso e o formato online da proposta não permitiram o desenvolvimento de vínculos suficientes para poder realizar essa análise pessoal, entre o nome dos astros e as características específicas das estudantes.

A análise dos dados teve como referência o método da análise de conteúdo e o critério de organização utilizado foi realizado por meio de dimensões analíticas, que classificam as categorias pelo método semântico (BARDIN, 2009). Em consideração a isso, as categorias foram elaboradas a partir do referencial teórico, da pergunta de pesquisa e dos dados analisados. Sendo assim, no momento da exploração dos dados, a codificação do material foi realizada com base nas falas decorrentes da realização do minicurso – gravadas e transcritas – e dos planos de aula elaborados pelas estudantes, tendo sido criadas três dimensões: Dimensão Conteúdo, Dimensão Dialogicidade e Dimensão Questão Sociocientífica.

¹Doença infecciosa causada pelo vírus SARS-COV-2.

Na *Dimensão Conteúdo*, selecionamos as falas e o conteúdo que as estudantes decidiram colocar nos planos de aula. Apesar de o conteúdo trabalhado ter contemplado conhecimentos de Astrobiologia, recebemos planos que abordaram tanto o conteúdo clássico de Astronomia, quanto aquele que trata da Astronomia Indígena, presente na BNCC.

A partir da leitura sistemática dos planos de aula, das falas presentes nas transcrições, e das notas de campo, percebemos que a metodologia de ensino fundamentada no conceito de dialogicidade de Paulo Freire, trabalhada na proposta do minicurso, esteve presente nos dados sob diversos aspectos. Por isso, a *Dimensão Dialogicidade* apresenta as diferentes formas como as estudantes abordaram o referido conceito nos planos de aula.

As dificuldades identificadas e analisadas que as estudantes apresentaram para compreender a natureza e a complexidade das questões sociocientíficas deram origem à última dimensão. Portanto, a *Dimensão Questão Sociocientífica* possui elementos que indicam a tentativa e o esforço que as estudantes manifestaram para elaborar uma pergunta científica controversa em seus planos de aula, apesar de nas falas, elas terem sinalizado que tinham condições de realizar essa atividade.

Apresentação e discussão dos dados

Esta pesquisa teve como propósito analisar os aspectos formativos apropriados por pedagogas em formação inicial, a partir de um minicurso sobre Astronomia e Astrobiologia, na perspectiva dos referenciais teóricos utilizados, a saber, as questões sociocientíficas e o conceito de dialogicidade de Paulo Freire. Alguns trechos de falas foram selecionados, mas outros estão completos, para que o leitor e/ou a leitora possam compreender o contexto das falas, nas quais a primeira autora deste trabalho está como *professora* e a última autora, docente responsável pela disciplina, está identificada como *professora regente*.

Dimensão Conteúdo

A questão do conteúdo sinaliza a importância da valorização de fatos, conceitos, leis, princípios e modelos ligados à estrutura conceitual, que podem ser trabalhados nos anos iniciais. Estudar o conteúdo proposto neste trabalho pode dar condições para se pensar mais profundamente a possibilidade de vida em outros planetas, bem como valorizar a diversidade de pensamentos e ações. Sinaliza também a importância de se superar a mera memorização de fatos e dados, ao valorar a aquisição de princípios e até modelos típicos da atividade científica (POZO; CRESPO, 2009).

Conteúdo Clássico. Nesta primeira categoria, consideramos importante apresentar no **quadro 1** os títulos dos planos de aula elaborados pelas estudantes, que escolheram trabalhar em grupos ou individualmente.

Quadro 1 – Planos de aula elaborados pelas estudantes

Títulos dos planos de aula	Estudantes com nomes fictícios
1. A Terra em movimento.	Netuno
2. As fases da Lua.	Vênus e Ganimedes
3. Astronomia: explorando o Sistema Solar e nosso planeta Terra.	Marte e Saturno
4. Astronomia e Astrobiologia.	Mimas, Urano, Júpiter e Calisto
5. Astronomia Indígena: um olhar sobre o céu dos povos originários.	Tritão, Sol e Mercúrio
6. Introdução ao Sistema Solar e os corpos celestes.	Terra
7. Estrelas: conhecendo e desmistificando as estrelas do Universo.	Lua
8. Não foi dado título ao plano. Abordou as posições do Sol em diversos horários do dia.	Encélado

Fonte: elaborado pelos autores.

Este primeiro quadro indica que o próprio conteúdo clássico de Astronomia se apresenta como interessante e desafiador pelas estudantes. No início do minicurso, uma fala de Vênus demonstra que as estudantes percebem a importância desse estudo.

Vênus: [...] *ai eu lembrei, a primeira vez que eu estudei Astronomia foi no 6º ano do Ensino Fundamental, e eu amei estudar Astronomia nessa época, entender melhor o Sistema Solar, como funciona. Então, por que ensinar Astronomia? Eu pensei assim 'Nossa, eu vou ensinar para os meus alunos não serem terraplanistas, pelo amor de Deus' [risos]. E o que ensinar, assim eu queria ensinar sobre o Sistema Solar, acho muito legal o Sistema Solar. Como ensinar, eu acho que tem que ter algum recurso visual, como um vídeo, uma imagem, ajuda bastante.*

Em sua fala, Vênus trouxe algo muito importante, relacionado à crença de que o planeta Terra seja plano. Atualmente, nossa sociedade passa por um retrocesso milenar, que aponta para uma crise epistemológica relacionada à perda de confiança em instituições sociais fundamentais, como a ciência (MARINELI, 2020).

Dantas (2012), Fontanella e Meglhioratti (2016), Langhi e Nardi (2005) e Menezes (2011), abordam as dificuldades que professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental apresentam com relação ao ensino da Astronomia. Langhi e Silva (2018) apontam que há sérios problemas na formação inicial dos professores com relação aos conhecimentos de Astronomia e mencionam a falta de livros e tempo para estudos nessa área. Os autores argumentam que os livros didáticos não são suficientes para que os docentes se sintam capazes e seguros em ensinar conteúdos de Astronomia.

Conteúdo Cultural Indígena. Um plano de aula abordou conteúdos referentes à valorização e ao reconhecimento cultural dos povos indígenas brasileiros, pois eles possuem seus próprios saberes astronômicos que contam histórias sobre a origem do Universo, da vida e dos seres humanos, bem como possuem conhecimentos sobre épocas de melhor plantio e outros fenômenos da natureza (BUENO *et al.*, 2019).

O trecho do plano de aula de Tritão, Sol e Mercúrio demonstra a valorização das constelações indígenas pelas estudantes.

[...] *Em seguida, exibiremos o vídeo 'Astrolab: Constelações indígenas', da TV Unesp, no qual são apresentadas as constelações indígenas da Ema e do Homem Velho. Conversaremos sobre os textos lidos e o vídeo assistido. Em um primeiro momento, deixaremos os alunos livres para expressarem suas impressões, descobertas e questionamentos sobre o que fora apresentado.*

Bueno *et al.* (2019) explicam que as pesquisas com exemplos de constelações dos povos indígenas no ensino de Astronomia são raras e precisam ser mais divulgadas.

Conteúdo de Astrobiologia. Nesta categoria se encontra o trabalho que inseriu conteúdos de Astrobiologia, ministrados no minicurso. Não foi surpresa ter recebido um único plano, pois esse assunto se encontra num panorama atual e, portanto, pouco discutido e mais restrito a pesquisadores e interessados pelo tema. Até mesmo no contexto da comunidade científica, há controvérsias sobre o conteúdo, que é abordado com bastante cautela (CHEFER; OLIVEIRA, 2022; PAULINO-LIMA; LAGE, 2010).

Na aula sobre Astrobiologia foram apresentados alguns organismos extremófilos, entre eles o tardígrado. A estudante Sol demonstrou interesse e admiração por este conteúdo:

Sol: Eu achei maravilhoso. Eu sabia dos tardígrados, mas eu não sabia desses outros, assim, é impressionante! Eu nunca tinha visto isso e estou chocada assim, sobreviver a altas temperaturas, a ambientes altamente ácidos [...]. Pensando [...] na Educação Infantil, eu acho que esses vídeos seriam muito estimulantes. Se para [...] nós que somos adultos [...] já foi super impressionante, quem dirá para uma criança ver que existe esse animalzinho tão surpreendente né? Acho que seria um assunto muito relevante para se pensar.

Mesmo que a estudante Sol tenha ficado impressionada com a existência dos seres extremófilos, seu grupo não elaborou um tema sobre esse assunto. Se a atividade tivesse sido obrigatoriamente individual, talvez haveria outros planos que abordassem a Astrobiologia, como o de Mimas, Urano, Júpiter e Calisto, que planejaram uma atividade de exibição de vídeos sobre eventos astronômicos e organismos extremófilos.

Consideramos relevante mencionar que, apesar de não conhecerem sobre o tema, as graduandas se mostraram dispostas a discuti-lo com estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Este fato demonstra o quão importante é a formação de pedagogos na área de ciências, em especial a formação em Astronomia.

Mediante o exposto, a formação de professores dos anos iniciais tem sido caracterizada pela precária ênfase ao ensino dos conteúdos científicos, refletindo em dificuldades que os docentes apresentam em trabalhar com atividades diferenciadas, tornando-se, portanto, dependentes dos conteúdos presentes nos livros didáticos de ciências (CARVALHO, 2003; LONGHINI, 2008; MIZUKAMI *et al.*, 2002).

Dimensão Dialogicidade

Nesta dimensão, foram agrupadas as metodologias de ensino dos planos de aula elaborados pelas estudantes. Ao final do minicurso, foi trabalhado o conceito de dialogicidade, presente na obra de Paulo Freire e as graduandas receberam orientações para planejarem uma proposta didática (plano de aula), tendo na metodologia de ensino esse conceito. As três categorias elaboradas após a análise do material estão presentes no **quadro 2**.

Quadro 2 – Categorias baseadas no modo como o conceito de dialogicidade foi abordado

Categoria 1	<i>Referenciou Paulo Freire, mas abordou somente conhecimentos prévios</i>	
Como o conceito de dialogicidade foi abordado	Título	Autora
Neste plano, a autora não mencionou Paulo Freire na metodologia. Entretanto, iniciou as atividades da proposta, com perguntas para serem inseridas em um primeiro diálogo, valorizando os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes.	A Terra em movimento	Netuno
Categoria 2	<i>Não referenciou Paulo Freire, mas abordou a dialogicidade</i>	
Como o conceito de dialogicidade foi abordado	Título	Autora
Esta proposta não explicitou a metodologia utilizada, tampouco mencionou Paulo Freire. Todavia, em suas atividades, a autora propôs momentos de diálogos, incentivando discussões importantes que envolvem a temática.	Introdução ao Sistema Solar e os corpos celestes	Terra
Categoria 3	<i>Referenciou Paulo Freire e abordou a dialogicidade</i>	
Como o conceito de dialogicidade foi abordado	Título	Autoras
Na metodologia de ensino, as autoras apresentaram conceitos relacionados a obras de Paulo Freire, ressaltando nas atividades propostas conversas iniciais sobre as fases da Lua.	As fases da Lua	Vênus e Ganimedes
A metodologia de ensino enfatiza o conceito de criticidade de Paulo Freire, destacando em suas atividades a valorização do diálogo. A autora também propõe a retomada dos conhecimentos prévios dos estudantes, no decorrer do plano.	Astronomia: explorando o Sistema Solar e nosso planeta Terra	Saturno
Os conceitos de Paulo Freire foram abordados, com a intenção de estimular a curiosidade das crianças pelos fenômenos naturais e desenvolver o pensamento espacial, a partir das experiências cotidianas de observação do céu e dos fenômenos relacionados a elas.	Astronomia e Astrobiologia	Mimas, Júpiter e Calisto
A metodologia do plano de aula se fundamenta no diálogo como essência para uma educação libertadora e na promoção do pensamento crítico.	Astronomia Indígena: um olhar sobre o céu dos povos originários	Sol, Tritão e Mercúrio
A autora desenvolveu atividades que buscavam estimular a participação dos estudantes na discussão sobre as estrelas no Universo, citando o autor Paulo Freire, bem como elaborou propostas de observação do céu.	Estrelas: conhecendo e desmistificando as estrelas do Universo	Lua
Tendo Paulo Freire como referência, a autora mencionou as etapas de alfabetização elaboradas pelo autor, a saber: etapa de investigação, etapa de tematização e etapa de problematização, em sua proposta de ensino sobre o movimento aparente do Sol no céu.	Não foi dado título ao plano.	Encélado

Fonte: elaborado pelos autores.

A Dimensão dialogicidade demonstra que a maioria das graduandas participantes desse estudo não apresentaram grandes dificuldades com relação ao conceito de dialogicidade de Paulo Freire. Isso pode ter acontecido pelo fato de elas terem mais contato com o conteúdo pedagógico e de fundamentos da educação, do que com aqueles relacionados à área de ciências, pois atuarão lecionando todas as disciplinas dos anos iniciais do Ensino Fundamental. O plano de aula sobre *Astronomia Indígena*, elaborado por Sol, Tritão e Mercúrio, pertencente à terceira categoria do quadro anterior, é um exemplo:

A dialogicidade propõe uma educação que parte da realidade dos educandos, de seus conhecimentos prévios, para, então, problematizar os conceitos que estão sendo desenvolvidos pelo educador. Para Paulo Freire, [...] quando é oferecida ao indivíduo a possibilidade do diálogo, a percepção de sua realidade e sua visão de mundo são valorizadas e este indivíduo ressignifica suas experiências; este movimento serve como apoio essencial no processo educativo.

Arroyo (2019, p. 3) explica que Paulo Freire “[...] prioriza ver, reconhecer, os Outros como sujeitos de voz, sujeitos de saberes, culturas, consciência [...]”; indo contra as “[...] tentativas brutais de reprimir sua voz, suas presenças na política, na história, na cultura e até na pedagogia”.

Dimensão Questão Sociocientífica

Segundo Ratcliffe e Grace (2003), as questões sociocientíficas possuem características importantes que envolvem reflexões sobre as consequências boas ou ruins dos avanços científicos e tecnológicos. Foi possível neste momento estimular nas estudantes a criticidade, a partir da divulgação científica que chega até nós:

Professora: [...] *Então, é sempre pensar nessas polêmicas, e não ter medo de trazer essas questões que podem ser pensadas e discutidas, para os alunos terem também essa concepção mais crítica do que se tem feito e pesquisado, qual é o interesse por trás, enfim, tudo isso para ampliar os conhecimentos científicos [...]*

Após as explicações e discussões, solicitamos que as estudantes elaborassem uma questão sociocientífica no plano de aula. Portanto, nesta dimensão, não há o objetivo de analisar em profundidade cada pergunta, mas de identificar as questões sociocientíficas elaboradas para compreender o entendimento que as graduandas tiveram sobre a complexidade de uma questão dessa natureza. Em consideração a isso, as categorias de análise das perguntas presentes nos planos de aula deram origem a quatro categorias, apresentadas a seguir.

Questão Simples. Nesta categoria foram selecionadas questões muito simples, que podem ser desenvolvidas pelas estudantes durante a apresentação do conteúdo a ser estudado, ou durante o trabalho já iniciado. No plano de Sol, Tritão e Mercúrio, há algumas questões simples, que auxiliam no estímulo ao diálogo e à valorização do conhecimento.

*Você olhou para o céu ontem à noite? E hoje de manhã?
Você sabia que há comunidades que dependem dessa apreciação do céu, da Lua e do Sol para tomar decisões na vida de todos?*

Questão que inicia o conteúdo. A maioria das questões presentes nos planos de aula, possuem o intuito de iniciar o assunto sobre o conteúdo estudado. A estudante Lua, que abordou conhecimentos sobre as estrelas, elaborou diversas perguntas. Algumas são: *"Por que existem estrelas grandes e outras pequenas?", "Estrelas piscam ou não piscam?" e "As estrelas são redondas ou com pontas?"* Essas questões simples podem incentivar os alunos a estudarem o conteúdo científico sobre Astronomia, evitando informações incorretas sobre essa área do conhecimento.

Questão Problematicadora. Uma única questão elaborada pela estudante Terra foi selecionada nesta categoria, pois entende-se que está de acordo com a proposta de categorização de perguntas no ensino de ciências, elaborada por Machado e Sasseron (2012). Os autores explicam que a pergunta problematicadora ajuda os estudantes a planejarem e a buscarem soluções para um problema, ademais fornece informações necessárias para que eles pensem nas possíveis soluções.

Apesar de a questão da estudante Terra não ter relação com os conteúdos de Astronomia e Astrobiologia, ela se preocupou com a recente desvalorização do conhecimento científico:

Em um mundo cercado pelas chamadas 'fake news' ou notícias falsas e pelo negacionismo científico, como podemos alertar nossos familiares e as pessoas que são próximas de nós a entender que nem tudo que está na internet é de fato verdadeiro? Como podemos mostrar que é importante valorizar o conhecimento científico?

Perguntas como as supracitadas trazem problematizações importantes que estimulam o pensamento crítico. Entretanto, elas não envolvem aspectos sociais necessários para serem consideradas uma questão sociocientífica.

Questão Sociocientífica. Como explicado anteriormente, as questões sociocientíficas objetivam promover reflexões perante a atuação da ciência e da tecnologia na sociedade. Sendo assim, as perguntas dessa categoria incluíram o conhecimento científico relacionado aos aspectos sociais. Ratcliffe e Grace (2003) apresentam um exemplo de questão sociocientífica relacionada à Astronomia e Astrobiologia. Os autores perguntam se a pesquisa para saber se há vida no espaço sideral deve ser financiada ou a prioridade seria descobrir novas fontes de energia.

Os consideráveis investimentos na exploração espacial frente à situação de escassez alimentar, sanitária, educacional, dentre a ausência de outros direitos sociais básicos vivenciados por muitos seres humanos em diversos países, inclusive no Brasil, motivaram as graduandas Vênus e Ganímedes a elaborarem uma questão sociocientífica sobre esse assunto: *"O governo deveria investir dinheiro em missões espaciais ou investir em outras demandas da população como comida, moradia, saúde etc.?"* Sendo assim, esta pergunta se configura como uma questão sociocientífica, pois envolve o conhecimento científico de Astronomia relacionado aos aspectos sociais. Outra pergunta identificada como questão sociocientífica foi elaborada por Mimas, Júpiter e Calisto. A questão relaciona a exploração espacial à falta de compromisso com o meio ambiente: *"Colonizar outro planeta versus cuidar do nosso."*

Com apenas duas questões sociocientíficas identificadas nos oito planos de aula, as dificuldades que as estudantes manifestaram em elaborar uma questão dessa natureza podem ter duas explicações: ou elas não compreenderam o que são as questões sociocientíficas, ou tiveram dificuldades em elaborar perguntas que envolvessem aspectos sociais e científicos relacionados ao ensino de Astronomia e Astrobiologia. No entanto, as questões sociocientíficas elaboradas apresentam elementos de criticidade importantes para o desenvolvimento do pensamento autônomo.

Considerações finais

O ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental enfrenta diversos desafios, em especial, a formação de professores que atuam nesta etapa da escolarização. Em consideração a isso, a temática deste trabalho se deu pelo objetivo de analisar os aspectos formativos apropriados por licenciandas em Pedagogia, que realizaram um minicurso de Astronomia e Astrobiologia relacionado à presença de água no Sistema Solar, sob a perspectiva da educação por meio das questões sociocientíficas e do conceito de dialogicidade de Paulo Freire, em uma instituição pública de ensino superior.

A fim de discutir essa questão, em primeiro lugar, o maior desafio foi ter realizado esta pesquisa em um momento de insegurança sanitária em todo o mundo. Vivenciamos um período em que um vírus perigoso e pouco conhecido na época, se espalhou rapidamente, com consequências físicas, mentais e materiais. Além disso, esse contexto teve reflexos significativos na área da educação, devido ao ensino remoto.

Tendo em vista que os documentos oficiais não apresentam como componentes curriculares os conhecimentos específicos do ensino de Astrobiologia para os anos iniciais, entendemos esta temática como original, e ficamos positivamente impressionados com a ampla aceitação e receptividade das participantes, já que estavam em um curso de

licenciatura que exige conhecimentos específicos de diversas áreas, além das ciências da natureza. As graduandas estiveram dispostas a conhecer e estudar os assuntos novos e complexos abordados.

A partir do momento em que foi dada a oportunidade de diálogo, as estudantes se dispuseram a expor diversos assuntos correlacionados ou não, sobre o que estava sendo discutido. Isso se deu durante as explicações, nas quais elas trouxeram informações que auxiliaram no enriquecimento das discussões promovidas no decorrer do minicurso. No entanto, quando entregaram os planos de aula, constatamos que o conteúdo sobre dialogicidade foi mais bem trabalhado e, portanto, compreendido do que a elaboração de questões sociocientíficas.

Este resultado demonstrou que a compreensão da natureza de uma questão sociocientífica demanda mais tempo e mais discussões, estudo de textos e de artigos. As questões sociocientíficas precisam ser elaboradas, pois elas não estão prontas nos meios de comunicação. E para essa elaboração é preciso que o docente tenha conhecimento fundamentado sobre essa perspectiva crítica de ensino de ciências, tão importante diante do atual contexto no Brasil, que concebe o conhecimento como produto útil da lógica competitiva, onde a escola se encontra subordinada às necessidades do mercado.

Agradecimento

Agradecemos o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsa de estudos à primeira autora deste artigo.

Referências

ARROYO, M. G. Artigo Paulo Freire: outro paradigma pedagógico? *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 35, p. 1-20, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/0102-4698214631>.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2009.

BERNARDO, J. R. R. Questões sociocientíficas no ensino de física: tensões, limites e possibilidades. In: CAMARGO, S.; GENOVESE, L. G. R.; DRUMMOND, J. M. H.; QUEIROZ, G. R. P. C.; NICOT, Y. E.; NASCIMENTO, S. S. (org.). *Controvérsias na pesquisa em ensino de física*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. p. 327-343.

BLUMBERG, B. S. The NASA Astrobiology Institute: early history and organization. *Astrobiology*, New Rochelle, v. 3, n. 3, p. 463-470, 2003.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular: educação é a base*. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <https://tinyurl.com/mty3895c>. Acesso em: 19 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. *Temas contemporâneos transversais na BNCC: contexto histórico e pressupostos pedagógicos*. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/522dupk7>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BUENO, M. A.; OLIVEIRA, E. A. G.; NOGUEIRA, E. M. L.; RODRIGUES, M. S. Astronomia cultural: um levantamento bibliográfico dos saberes sobre o céu de culturas indígenas. *Areté: revista amazônica de ensino de ciências*, Manaus, v. 12, n. 25, p. 27-40, 2019.

CARVALHO, A. M. P. A inter-relação entre didática das ciências e a prática de ensino. In: SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. (org.). *Formação docente em ciências: memórias e práticas*. Niterói: Eduff, 2003. p. 117-135.

CHEFER, C.; OLIVEIRA, A. L. Astrobiologia no contexto do ensino de ciências no Brasil: cosmovisões de pesquisadores e professores da área. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 24, p. 1-19, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21172022240125>.

DANTAS, R. S. *Formação continuada de professores de ciências para o ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental*. 2012. 148 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

DENZIN, N.; LINCOLN, Y. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. Porto Alegre: ArtMed, 2006.

DIEZ, A. Liquid water on Mars: a water body exists below the Martian south polar ice cap. *Science*, London, v. 361, n. 6.401, p. 448-449, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.aau1829>.

ESTEBAN, M. P. S. *Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições*. Porto Alegre: AMGH, 2010.

FLICK, U. *Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes*. Porto Alegre: Penso Editora, 2012.

FONTANELLA, D.; MEGLHIORATTI, F. A. Educação em astronomia: contribuições de um curso de formação de professores em um espaço não formal de aprendizagem. *Revista Eletrônica de Educação*, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 234-248, 2016.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 34. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

FREIRE, P. *Política e educação: ensaios*. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2018.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 215-230, 2002.

GENOVESE, C. L. C. R. *Elaboração do trabalho de conclusão de curso na graduação em pedagogia sob a perspectiva da educação por meio das questões sociocientíficas: uma análise a partir dos conceitos de formação e semiformação de Adorno*. 2017. 308 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.

GENOVESE, C. L. C. R.; CARVALHO, W. L. P.; GENOVESE, L. G. R. Os conceitos de formação e semiformação de Adorno na análise de trabalhos de conclusão de curso sobre questões sociocientíficas na graduação em Pedagogia. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 25, n. 4, p. 873-891, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040003>.

HONNIBALL, C. I.; LUCEY, P. G.; LI, S.; SHENOY, S.; ORLANDO, T. M.; HIBBITTS, C. A.; HURLEY, D. M.; FARRELL, W. M. Molecular water detected on the sunlit Moon by SOFIA. *Nature Astronomy*, London, v. 5, p. 121-127, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41550-020-01222-x>.

KAMATA, S.; NIMMO, F.; SEKINE, Y.; KURAMOTO, K.; NOGUCHI, N.; KIMURA, J.; TANI, A. Pluto's ocean is capped and insulated by gas hydrates. *Nature Geoscience*, London, v. 12, p. 407-410, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0369-8>.

LANGHI, R. *Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores*. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

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*, São Carlos, n. 2, p. 75-91, 2005. Doi: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2005.02.075>.

LANGHI, R.; SILVA, S. R. (org.). *Astronomia na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental: relatos de professores*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

LI, S.; LUCEY, P. G.; MILLIKEN, R. E.; HAYNE, P. O.; FISHER, E.; WILLIAMS, J. P.; HURLEY, D. M.; ELPHIC, R. C. Direct evidence of surface exposed water ice in the lunar polar regions. *Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences*, Ithaca, NY, v. 115, n. 36, p. 8907-8912, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1802345115>.

LINEWEAVER, C. H. [Book reviews] W. T. Sullivan III & J. A. Baross (eds) 2007. Planets and life. The Emerging science of astrobiology. xxi + 604 pp. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press. *Geological Magazine*, Cambridge, UK, n. 145, v. 4, p. 607, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0016756808004792>.

LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 241-253, 2008.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012. Disponível em: <https://tinyurl.com/krwzvd5r>. Acesso em: 10 dez. 2022.

MARINELLI, F. O terraplanismo e o apelo à experiência pessoal como critério epistemológico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 37, n. 3, p. 1173-1192, 2020. Doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1173>.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L.; CARVALHO, W. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 3, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022012005000014>.

MENEZES, L. D. D. *Tecnologia no ensino de astronomia na educação básica: análise do uso de recursos computacionais na ação docente*. 2011. 188 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

MERRIAM, S. B. *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass, 1998.

MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M.; REYES, C. R.; MARTUCCI, E. M.; LIMA, E. F.; TANCREDI, R. M. S. P.; MELLO, R. R. *Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação*. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

MORRISON, D. The NASA Astrobiology Program. *Astrobiology*, New Rochelle, v. 1, n. 1, p. 3-13, 2004.

MUNDIM, J.; SANTOS, W. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000400004>.

NASA. *Europa: this moon's vast saltwater ocean may be one of the best places to look for environments where life could exist beyond Earth*. [2023]. Disponível em: <https://science.nasa.gov/jupiter/moons/europa/>. Acesso em: 10 out. 2023.

NASA. *Ocean worlds: water in the solar system and beyond*. [Washington, DC]: Nasa, 2017. Disponível em: <https://tinyurl.com/4j6397k9>. Acesso em: 27 maio 2020.

NASA. The solar system and beyond is awash in water. [Pasadena]: California Institute of Technology: Jet Propulsion Laboratory, 2015. Disponível em: <https://www.jpl.nasa.gov/news/the-solar-system-and-beyond-is-awash-in-water>. Acesso em: 10 out. 2023.

- PAULINO-LIMA, I. G.; LAGE, C. A. S. Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 14-21, 2010.
- PEDRETTI, E. Septic tank crisis: a case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, Ontario, v. 19, n. 10, p. 1211-1230, 1997.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- QUILLFELDT, J. A. Astrobiologia: água e vida no sistema solar e além. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 27, n. esp., p. 685-697, dez. 2010. Doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27nespp685>.
- RAMOS, M. B.; SILVA, H. C. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e os estudos sociológicos da ciência & tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007. Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: UFSC, 2007.
- RATCLIFFE M.; GRACE M. *Science education for citizenship: teaching socioscientific issues*. Maidenhead: Open University Press, 2003.
- SAGAN, C. *Pálido ponto azul: uma visão do futuro da humanidade no espaço*. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p.191-218, 2009.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.