
**EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR: ANÁLISE DA
ABORDAGEM EM LIVROS DIDÁTICOS**
*EXPLORING THE SOLAR SYSTEM: ANALYSIS OF THE APPROACH IN
TEXTBOOKS*

Ionara da Luz Menezes¹
Raphael Brum Werlang²
André Luís Silva da Silva³

Resumo

Astronomia, uma Ciência antiga e em constante evolução, demanda a atualização dos livros didáticos e o uso de materiais paradidáticos pelos professores de Ciências. Essa necessidade é impulsionada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pela rápida disseminação de informações à população em geral. Com base nesse contexto, foi realizada uma pesquisa qualitativa com o objetivo de analisar a abordagem do Sistema Solar nos livros didáticos utilizados na Educação Básica em Caçapava do Sul/RS. A pesquisa verificou a relação desses livros com a BNCC e considerou escolas da rede pública e privada. A análise dos livros didáticos revelou a carência de ênfase na discussão do eixo temático *Terra e Universo*, mesmo este tratando-se de um dos temas propostos pela BNCC e pelo Referencial Curricular Gaúcho (RCG). Tendo em vista pressupostos teóricos emergentes da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, os quais balizam este artigo, sugere-se que futuras pesquisas explorem estratégias didáticas para abordar o tema de maneira mais aprofundada, atualizada e envolvente. Isso incluiria a incorporação de atividades práticas e o uso de recursos visuais que representem adequadamente as escalas e proporções do Sistema Solar.

Palavras chave: Ensino de Física; Aprendizagem Significativa; Aprendizagem Significativa Crítica.

Abstract

Astronomy, an ancient yet ever-evolving science, demands the updating of textbooks and the use of supplementary materials by science teachers. This need is driven by the National Common Core Curriculum (BNCC) and the rapid dissemination of

¹ Graduada em Ciências Exatas – Licenciatura pela Universidade Federal do Pampa (Unipampa).

² Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor associado na Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Campus Caçapava do Sul/RS.

³ Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com extensão realizada na Duke University, Estados Unidos da América. Professor Adjunto Universidade Federal do Pampa (Unipampa), campus Caçapava do Sul/RS, incluindo o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências.

information to the general population. Based on this context, a qualitative research was conducted aiming to analyze the approach to the Solar System in textbooks used in Basic Education in Caçapava do Sul/RS. The research examined the relationship of these books with the BNCC and considered both public and private schools. The analysis of the textbooks revealed a lack of emphasis on the thematic axis of Earth and Universe, despite it being one of the proposed topics by the BNCC and the Gaúcho Curriculum Reference (RCG). Bearing in mind the theoretical assumptions emerging from the Theory of Critical Meaningful Learning, which guide this article, future research is suggested to explore teaching strategies that delve more deeply into the topic, providing updated and engaging approaches. This could include incorporating practical activities and the use of visual resources that accurately represent the scales and proportions of the Solar System.

Keywords: Solar System; Textbooks; Critical Meaningful Learning.

Introdução

A Astronomia é uma Ciência que nos encanta pela imensidão e mistérios do céu, resguardando os corpos celestes e sua evolução no espaço-tempo. Historicamente, tem despertado e inspirado a curiosidade e o fascínio dos indivíduos. No contexto escolar, apresenta características que a configuram como uma Ciência interdisciplinar, com potencialidade para abordagens transversais e construção coletiva de saberes. Segundo Cruz *et al.* (2012, p. 443), “[...] a Astronomia é complexa, porém encantadora, atraindo a atenção da sociedade em geral, que participa de muitas descobertas e construções teóricas através do uso de dados coletados pelos chamados observadores amadores”. Esses observadores eram anteriormente qualificados por produzirem uma ciência “malfeita”, mas hoje em dia são denominados como “Astrônomos Cidadãos”. Atualmente, esses membros da sociedade colaboram com a comunidade científica da Astronomia em projetos, como a Zoouniverse, que permite a classificação de Galáxias, ou a atividade de nomeação de satélites dos Planetas Jovianos proposta pela União Astronômica Internacional (IAU) (MIURA; AZEVEDO, 2015; RASCALHA; SANTOS, 2017).

No início do Século XX, a conformação da Mecânica com a Teoria Especial da Relatividade (1905) e a Relatividade Geral (1915), combinado ao avanço das tecnologias de coleta e processamento de dados do século XXI, permitiu uma rápida evolução da Astronomia, ampliando o conhecimento sobre nossa vizinhança cósmica e objetos distantes. A crescente importância da Astronomia na Educação Básica, como indicado pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) e pelo

Referencial Curricular Gaúcho (RCG), sugere a necessidade de uma atualização constante dos docentes que abordam essa temática. Além disso, há necessidade de uma análise crítica dos livros didáticos, que apresentam muitas incongruências e desatualizações. Para enfrentar esses desafios, os docentes devem estar capacitados a incluir atividades e metodologias no currículo que promovam uma formação coletiva, colaborativa e atualizada, além de momentos de interação e troca de saberes, a partir de uma horizontalidade na construção do saber científico (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), estabelecidos pelo Ministério da Educação em 1997, reconhecem a importância do ensino de Astronomia como parte essencial da formação dos alunos, inserido na unidade temática *Terra e o Universo*. Além de ampliar a orientação espaço-temporal dos estudantes e conscientizá-los sobre os ritmos de vida, a discussão dessa temática promove a concepção de um modelo conceitual para o Universo. O referido documento também destaca a relevância de considerar as concepções prévias dos alunos, adquiridas por meio de sua cultura e experiências, nos processos de ensino-aprendizagem. Tignanelli (1998) destaca que a não abordagem de temas como *Terra e o Universo* faz com que as crianças busquem explicações por conta própria, muitas vezes baseadas apenas na imaginação e fantasia, sem elementos capazes de desconstruir concepções ingênuas e sensoriais, o que pode se tornar uma barreira epistemológica ao aprendizado.

Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que guiará a organização da educação brasileira nos próximos anos, é necessário definir as aprendizagens fundamentais de maneira gradual e coerente, por meio de uma estruturação da Educação Básica em três eixos temáticos. Entre eles, encontra-se novamente a temática *Terra e Universo*, junto a *Matéria e Energia* e *Vida e Evolução*. A BNCC destaca a relevância do estudo dos sistemas, como o Terra-Sol-Lua, e apresenta uma abordagem metodológica que se inicia com a Cosmologia, discutindo a origem, formação e evolução do Universo para, em seguida, explorar os sistemas componentes do Universo, como o Sistema Solar.

O RCG, documento que hoje norteia os currículos das escolas do Estado do Rio Grande do Sul, enfatizava que os três eixos temáticos supracitados são fundamentais para promover uma aprendizagem capaz de gerar significados ao aluno, os preparando para se engajarem de forma autônoma e consciente na sociedade. O

eixo *Terra e Universo*, especialmente, foi desdobrado em subtemas, a saber: *escalas do tempo, movimento aparente do Sol no céu, o solo como fonte de calor e energia, características do Sol, observação do céu, usos do solo, pontos cardeais calendários e fenômenos cíclicos e culturas*. A proposta curricular em questão busca integrar conhecimentos científicos aos saberes do cotidiano, para que os alunos desenvolvam compreensões múltiplas e valorizem a importância das Ciências em suas vidas (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

No Brasil, o ensino de Astronomia, de acordo com Buffon e Neves (2017), ganhou relevância a partir dos anos 1970, período que coincide com a criação da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e com os primeiros estudos focados no ensino da disciplina. Estes autores observam que, desde então, houve um aumento considerável nas pesquisas sobre ensino de Astronomia no país, com uma ascendência marcante em 2006, aliada à crescente preocupação com a capacitação dos professores para abordar o assunto desde o Ensino Fundamental. Além disso, os autores apontam para a presença de modelos teóricos contraditórios nos livros didáticos de Astronomia utilizados na Educação Básica.

Os livros didáticos consistem de uma fonte de informações de emprego rotineiro pelo professor de Física (e de Ciências) do Ensino Fundamental, segundo Siqueira e Araújo-Jorge (2008). Por meio deles, muitas vezes exclusivamente, os professores apresentam o conhecimento científico aos seus alunos. Reconhecendo dada importância, o presente trabalho procura analisar a abordagem do tema *Sistema Solar* em livros didáticos adotados nas escolas de nível básico do município de Caçapava do Sul/RS. A partir disto, busca-se apontar alternativas para sua qualificação, tendo em vista os resultados obtidos e analisados.

Fundamentação teórica

Aprendizagem Significativa

Há um debate em destaque entre os educadores sobre como criar as condições necessárias para potencializar o processo de aprendizagem, tornando-o mais significativo e capaz de lidar com os desafios do cotidiano dos alunos. Ao analisar os aspectos metodológicos presentes na maioria das escolas contemporâneas, percebe-se que a abordagem tradicional, baseada na reprodução do conteúdo por

meio de aulas teórico-expositivas com baixa interação, é pouco produtiva e, muitas vezes, resulta em uma aprendizagem mecânica. No entanto, tendo em vista a Teoria da Aprendizagem Significativa, não se deve, com isso, subestimar o papel e o potencial da aprendizagem mecânica, pois, em certos casos, os alunos podem se deparar com um assunto completamente novo, que requer o uso de informações não previamente armazenadas em sua memória de longo prazo para construir novos conhecimentos. Por exemplo, no contexto físico, pode ser necessário memorizar, em um dado momento, as conversões de unidades de medida a fim de estabelecer relações significativas com o próximo assunto a ser abordado (AUSUBEL, 2003).

A função da motivação na sala de aula é outra questão amplamente discutida nos processos de ensino-aprendizagem, pois tem grande interferência no fazer didático e na aprendizagem, conforme ressaltado por Moraes e Varela (2007, p. 6):

O tema motivação ligado à aprendizagem está sempre em evidência nos ambientes escolares, impelindo professores a se superar ou fazendo-os recuar, chegando à desistência nos casos mais complexos. Porém, ela tem um papel muito importante nos resultados que os professores e alunos almejam.

Cogita-se que a motivação é potencializada em um processo de ensino que concilia os aspectos do trabalho concreto, produtivo e reprodutivo da existência humana, material e sociocultural. No entanto, vale ressaltar que não é apenas a motivação ou o interesse pelo conteúdo que desencadeiam a aprendizagem do tipo significativa, mas a integração de seus preceitos fundamentais. Nesse aspecto, o objetivo pedagógico deve ser promover processos de ensino-aprendizagem que estimulem uma aprendizagem significativa. Nesse sentido, é imperativo considerar três aspectos fundamentais desta metodologia: a valorização do conhecimento prévio dos alunos sobre o tema a ser abordado, a utilização de materiais didáticos potencialmente significativos, que incluam objetivos de aprendizagem claros, e a disposição dos alunos a aprender.

Moreira (2000, p. 12-13) destaca que é um equívoco comum acreditar que a aprendizagem pode ser puramente significativa ou mecânica, estabelecendo uma dicotomia entre elas. Segundo o autor, a transição da aprendizagem mecânica para a Aprendizagem Significativa não ocorre de forma natural ou automática, mas se dá ao longo de um espectro contínuo, em que grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária desse espectro. Assim, um ensino potencialmente significativo pode

facilitar a transição dos alunos em direção à aprendizagem desta natureza. Na prática, é necessário proporcionar processos de ensino-aprendizagem capazes de capturar significados, nos quais ocorre uma negociação de significados entre alunos e professores, por meio de situações-problema capazes de conferir sentido aos objetos de conhecimento tratados, em uma interação dialética entre conceitos e situações. Isso, porque a construção de um *subsunçor* envolve a captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados (AUSUBEL, 2003).

Dois conceitos intrinsecamente ligados aos princípios da Aprendizagem Significativa são a Diferenciação Progressiva (DP) e a Reconciliação Integrativa (RI). Na abordagem da DP, o educador considera a existência de uma hierarquia conceitual, onde a discussão começa com uma visão geral e progride para suas partes específicas. Isso permite que as ideias mais abrangentes sejam introduzidas antes de abordar os detalhes e especificidades, promovendo a diferenciação dos conceitos, progressivamente.

Por sua vez, no contexto da RI, busca-se explorar as relações entre sequências e similaridades presentes nos assuntos abordados. A organização do material pedagógico deve priorizar a busca por relações entre as informações e conceitos, explorando as similaridades conceituais e estabelecendo conexões entre eles. Dessa forma, incentiva-se tal processo, que visa integrar e relacionar os diferentes elementos do conhecimento. Diante disso, a articulação entre preceitos da Aprendizagem Significativa, Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa, potencialmente proporciona um ambiente propício para a construção de um conhecimento mais sólido, duradouro, psicológico e transferível a outros contextos e situações (NOVAK; MINTZES; WANDERSEE, 1984).

Aprendizagem Significativa Crítica

A concepção predominante sobre Ciência nas escolas geralmente atribui uma posição de correto e puro ao que é considerado "científico", criando uma cultura em que conceitos e ideias não são questionados. Além disso, a seleção dos conteúdos abordados raramente é relacionada ao cotidiano dos alunos, resultando em um ciclo em que eles não se sentem envolvidos no processo de trocas de conhecimento e não se percebem como participantes das ações empregadas e dos propósitos educacionais estabelecidos. Essa visão estereotipada (e, em não raras vezes,

masculinizada) da Ciência, onde uma pequena elite científica é considerada a única capaz de produzi-la, promove uma compreensão equivocada de como a Ciência é construída e evolui (CACHAPUZ *et al.*, 2012).

Contudo, para promover a Aprendizagem Significativa (AS) e a reformulação das estruturas cognitivas dos alunos, é necessário estabelecer uma interação entre os conhecimentos anteriores e os atuais. Portanto, é preciso superar a crença de que a aprendizagem ocorre de forma fragmentada e passiva, e promover um processo de troca de conhecimentos e reflexão coletiva. É fundamental, nesse aspecto, reconhecer que o aprendizado é um processo contínuo e dinâmico, no qual os alunos desempenham um papel ativo na construção do conhecimento.

Além das características mencionadas no domínio da AS, segundo Moreira (2000), essa abordagem também pode subsidiar a ampla compreensão do aluno, tanto em relação ao seu cotidiano quanto às diferentes realidades que integra. É por meio dessa perspectiva que o sujeito pode se inserir em sua cultura e, ao mesmo tempo, compreender sua relação e participação nela. No caso específico do objeto de conhecimento *Astronomia*, essa aproximação e afastamento da realidade são essenciais. A temática astronômica está em constante mudança e evolução, e a Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) capacita o aprendiz a lidar de forma construtiva com essas transformações. Dessa forma, ao aluno é oferecida a oportunidade de gerenciar a informação sem se sentir impotente diante de sua disponibilidade e velocidade, compreendendo que o conhecimento é uma construção (um modelo) da realidade (MOREIRA, 2000).

Moreira (2000) apresenta alguns princípios, ideias e estratégias que favorecem a ASC. São eles:

i) Princípio do conhecimento prévio: a aprendizagem ocorre a partir do que o aluno já sabe, e a criticidade surge após o aprendizado, baseado nos saberes prévios;

ii) Princípio da interação social e do questionamento: em vez de fornecer respostas prontas, é necessário ensinar e aprender a fazer perguntas, estimulando a interação entre os pares;

iii) Princípio da não centralidade do livro-texto: diversos materiais educativos devem ser utilizados, evitando depender exclusivamente de um único livro como fonte de conhecimento, especialmente sobre *Astronomia*, uma Ciência em constante evolução;

iv) Princípio da percepção e representação do mundo: os alunos percebem e representam o mundo por meio das informações recebidas, sendo importante considerar a recepção/percepção como parte da formação do pensamento;

v) Princípio do conhecimento como linguagem: a linguagem desempenha um papel fundamental na percepção da realidade, e é necessário considerar sua inserção como mediadora do processo de ensino;

vi) Princípio da consciência semântica: o significado está nas pessoas, não nas palavras, pois cada indivíduo atribui significados com base em suas experiências e contexto;

vii) Princípio da aprendizagem pelo erro: os erros são oportunidades de aprendizado, e a correção dos erros desempenha um papel importante no processo de aprendizagem;

viii) Princípio da desaprendizagem: é necessário estar disposto a abandonar concepções equivocadas anteriormente aprendidas;

ix) Princípio da incerteza do conhecimento: as perguntas são instrumentos de percepção, e definições e metáforas são instrumentos para o pensamento crítico;

x) Princípio da não utilização do quadro-giz: o ambiente de sala de aula é diversificado e dinâmico, portanto, diferentes estratégias de ensino devem ser utilizadas, não se limitando ao livro didático e ao quadro como únicas ferramentas; e

xi) Princípio do abandono da narrativa: a simples repetição da narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. É importante permitir que os alunos se expressem, formulando hipóteses, enquanto o professor atua como mediador da discussão.

Esses princípios e estratégias visam promover uma aprendizagem dita com significados, considerada crítica, em que os alunos desenvolvam a reflexão e justifiquem seus argumentos em relação ao mundo que os cerca.

Por fim, é importante destacar que o conhecimento não é estático e o processo de desaprender é uma parte essencial da Aprendizagem Significativa Crítica. Durante o aprendizado de novos conhecimentos, ocorre uma interação com o conhecimento prévio, que serve como ancoragem e contribui para a construção de significados psicológicos pelos aprendizes. Esse mecanismo, denominado por Ausubel (1978) como *assimilação*, é a forma humana por excelência de lidar com a vasta quantidade de informações que compõem qualquer corpo de conhecimento.

Metodologia e contexto da investigação

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), tendo sido feito uso de procedimentos da revisão sistemática de literatura (COUTINHO, 2016). Seus objetivos foram analisar a abordagem dos conceitos do Sistema Solar e dos astros nos livros-texto utilizados nos anos finais da Educação Básica no município de Caçapava do Sul/RS. Além disso, procurou-se verificar como esses conceitos se relacionam com o proposto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para essa unidade. A análise dos livros-texto ocorreu em duas fases: i) visitas às escolas para dialogar com os professores e supervisores, levantando informações sobre as séries e disciplinas em que esses conceitos são abordados, bem como o uso dos livros pelos professores e alunos; ii) análise documental dos conceitos e suas apresentações nos livros-texto.

A pesquisa foi conduzida no contexto de Caçapava do Sul/RS, abrangendo escolas da rede pública (municipal e estadual) e privada. O índice de Desenvolvimento da Educação Brasileira (IDEB) para o ano de 2017 referente a este município indicou um desempenho de 6,0 pontos como referência para o aprendizado, enquanto a meta estabelecida ao período estava em 6,1 pontos.

Inicialmente, quatro escolas de Educação Básica foram selecionadas para a análise dos livros didáticos. Entre elas, uma escola municipal, que representou a padronização dos livros em todas as escolas municipais, dispensando a análise dos livros das demais escolas dessa esfera. Além disso, foram incluídas duas escolas estaduais e uma escola da rede privada, todas localizadas na zona urbana do município. A localização central de todas as instituições facilitou o acesso para a realização da pesquisa. No total, foram analisados oito livros didáticos adotados nos componentes de Geografia e Ciências, abordando o eixo temático *Terra e Universo*.

Buscou-se, nesta fase, examinar como os livros didáticos definem e estruturam esses conceitos, considerando as figuras ilustrativas, como esquemas, tabelas e imagens, e comparando os conceitos apresentados nos livros com as definições estabelecidas pela União Astronômica Internacional (IAU).

Resultados e discussões

A análise do livro didático e sua utilização nos processos de ensino-aprendizagem são de grande relevância pelo fato deste ser um material de apoio amplamente utilizado nas escolas. Esses livros são fornecidos pelo Governo Federal por meio do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). As escolas públicas de Ensino Fundamental (EF), Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Ensino Médio (EM), que estão cadastradas no Censo Escolar do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), têm o direito de receber os livros, gratuitamente, pelo FNDE (BRASIL, 2011). As demais escolas devem adquiri-los com recursos próprios, conforme informações disponíveis no site do FNDE.

Em 2011, foram estabelecidos novos procedimentos no âmbito do PNLD. De acordo com esse regulamento, são atendidas apenas as escolas federais e as redes de ensino estaduais, municipais e do distrito federal que firmarem termo de adesão disponibilizado pelo FNDE. A partir daí, os beneficiários que não desejarem mais receber os livros didáticos ficam obrigados a solicitar a suspensão das remessas de material ou a sua exclusão do programa (FNDE, 2011).

A avaliação pedagógica dos livros didáticos é conduzida pela Secretaria de Educação Básica (SEB), órgão do Ministério da Educação responsável por coordenar esse processo. Essa avaliação consiste em uma análise abrangente e criteriosa dos aspectos didático-pedagógicos e metodológicos das obras. A SEB define as instituições e os especialistas encarregados de analisar os livros, seguindo critérios divulgados em edital. Os especialistas elaboram resenhas dos livros aprovados, incorporadas ao guia de livros didáticos (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

No que diz respeito ao uso dos livros pelos professores, é essencial que eles adotem uma postura crítica, uma vez que essas obras frequentemente apresentam concepções equivocadas ou incompletas (LANGHI; NARDI, 2007; LIMA, 2018; MOREIRA, 2022; NETO; ARTHURY, 2023). Além disso, os livros não devem ser utilizados como única fonte de consulta ou apoio. Portanto, é fundamental que se adotem diferentes estratégias de ensino, que promovam a troca de ideias e reflexões conjuntas.

Um desafio adicional aos professores e avaliadores dos livros é a necessidade de adaptá-los e reformulá-los, uma vez que atualmente desempenham um papel

importante na construção dos currículos escolares. Com as novas diretrizes propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelo Referencial Curricular Gaúcho (RCG), há uma mudança de estrutura curricular, em que os processos de ensino-aprendizagem passam a ser organizados por áreas do conhecimento. Isso demanda a necessidade de ajustar os livros didáticos às novas orientações educacionais.

Nas escolas públicas visitadas, tanto municipais quanto estaduais, os livros didáticos eram armazenados na biblioteca e levados pelos professores para a sala de aula, quando necessários. Ao serem questionadas, as bibliotecárias das escolas explicaram que essa prática ocorria devido à falta de livros disponíveis para todos os alunos. Já na escola particular, cada aluno e professor possuíam seu próprio livro, que era adquirido obrigatoriamente durante o processo de matrícula no início do ano letivo.

Para organizar os conceitos abordados nos livros didáticos, foram propostos três quadros (QUADRO 1, QUADRO 2 e QUADRO 3). Esses quadros apresentam os conceitos, as figuras ilustrativas correspondentes e os livros didáticos analisados. Para facilitar a referência aos livros no texto do trabalho e nos quadros, foi adotada uma nomenclatura com siglas. Por exemplo, LC refere-se ao livro de Ciências e LG refere-se ao livro de Geografia. Dessa forma, LC3 representa o terceiro livro analisado para o componente de Ciências, que corresponde ao livro *Projeto Apoema*, conforme indicado no QUADRO 2.

Quadro 1: Livros de Ciências do Ensino Fundamental, analisados.

	Livro	Autores	Editora	Edição	Ano	Série/Ano	Escola
LC1	Ciências Novo Pensar	Demétrio Gowdak e Eduardo Martins	FTD	2º	2015	6º	Escola Estadual Cônego Ortiz
LC2	Aprendendo com o cotidiano	Eduardo Leite do Canto	Moderna	5º	2015	9º	Escola Estadual Nossa Senhora da Assunção
LC3	Projeto Apoema	Ana Maria Pereira Margarida Santana Mônica Waldhelm	Editora do Brasil	2º	2015	6º	Escola Municipal de Ensino Fundamental Inocência Prates Chaves
LC4	Araribá Plus Ciências	Maíra Rosa Carvanelle	Moderna	1º	2014	6º	Coeducar

Fonte: dos autores.

Quadro 2: Livros de Geografia do Ensino Fundamental, analisados.

	Livro	Autores	Editora	Edição	Ano	Série/Ano	Escola
LG1	Por Dentro da Geografia	Wagner Costa Ribeiro	Saraiva	3º	2015	6º	Escola Estadual Cônego Ortiz
LG2	Vontade de Saber	Neiva Torrezani	FTD	2º	2015	9º	Nossa Senhora da Assunção
LG3	Projeto Apoema	Cláudia Magalhães Lilian Sourient Marcos Gonçalves Roseni Rudek	Editora do Brasil	2º	2015	6º	Inocência Prates Chaves
LG4	Convergências	Valquíria Garcia	SM	1º	2016	6º	Coeducar

Fonte: dos autores.

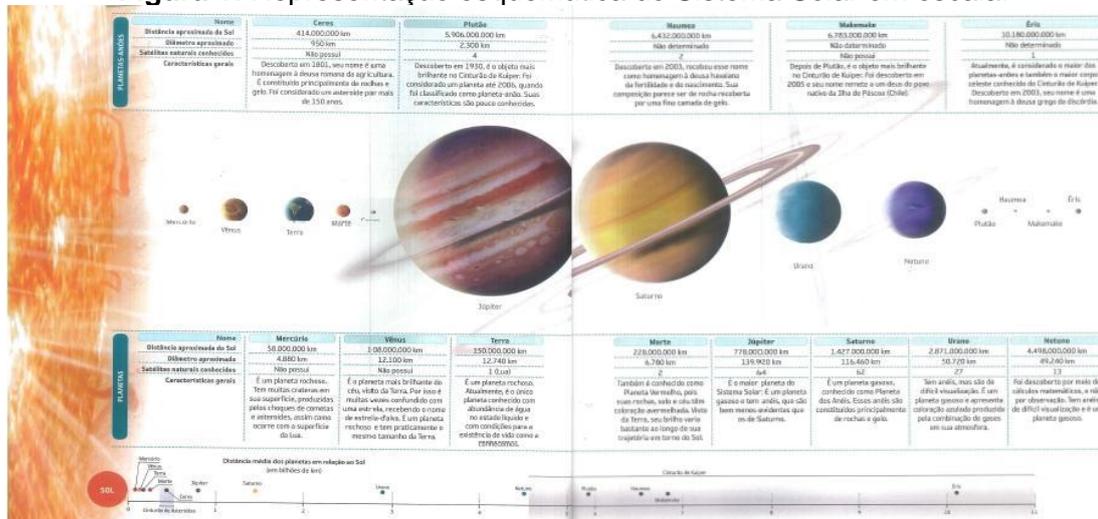
Quadro 3: Apresentação dos conceitos analisados nos livros textos e as figuras ilustrativas e textuais.

Conceito analisado	Figuras ilustrativas e textuais				
	Tabela	Gráfico	Esquema	Imagem	Texto
Planeta	LC1 e LC4	Não houve	LC1, LC3, LG3	LC1, LC3, LG1 e LG2	LC1 e LC3
Sistema Solar	LC4	Não houve	LC1, LC2 e LC3 LG1, LG2 E LG3	Não houve	LC1, LC2, LC3 e LC4
Satélite natural	Não houve	Não houve	Não houve	LC4	LC1, LC3 e LC4
Apresenta os satélites dos demais planetas	Não houve	Não houve	Não houve	LC4	LC1 e LC4
Dimensões dos planetas e suas distâncias	LC1 e LC4	Não houve	Não houve	LC4	LC4
Excentricidade da órbita dos planetas	LC1 e LC4	Não houve	Não houve	LC3 e LC4	LC4
Planeta anão	LC4	Não houve	Não houve	LC3 e LC4	LC1, LC3 e LC4
Cinturão principal de asteroides	Não houve	Não houve	Não houve	LG1 e LC4	LC4
Cinturão de Edgeworth-Kuiper	Não houve	Não houve	Não houve	LC4	Não houve
Demais astros do Sistema Solar	Não houve	Não houve	Não houve	LC1 e LC3	LC4

Fonte: dos autores.

Observou-se uma significativa carência de ênfase na discussão do eixo temático *Terra e Universo* nos livros didáticos analisados, apesar deste ser um dos temas propostos pela BNCC e RCG. Quando abordado, o tema é tratado de forma superficial, predominantemente por meio de representações visuais do Sistema Solar (FIGURA 1). Geralmente, esse tema é abordado nos livros do sexto ano, tanto no componente de Geografia quanto no de Ciências. Tendo em vista o referencial adotado nesta pesquisa, infere-se que o princípio (v) da ASC, o qual estabelece o conhecimento como linguagem, não é plenamente satisfeito, pois importantes argumentos são substituídos por uma ilustração, a qual, normalmente, impõe um fim às discussões.

Figura 1: Representação esquemática do Sistema Solar em escala.



Fonte: LC1 Carnevale (2014, p. 176 e 177).

Ao analisar os livros didáticos LC1, LC2, LC3 e LC4, observou-se que eles apresentam definições consistentes sobre o Sistema Solar. De acordo com essas fontes, o Sistema Solar é descrito como um sistema que engloba o Sol, oito planetas, planetas-anões, satélites, cometas e outros corpos menores.

Conforme a definição da *International Astronomical Union (IAU)*, o Sistema Solar é composto pelo Sol e todos os corpos celestes que estão sob sua influência gravitacional. Essa definição inclui oito planetas: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, conforme estabelecido em uma assembleia geral realizada em 2006, onde os membros da IAU votaram e apresentaram uma nova definição de planeta. Segundo essa resolução, um planeta é definido como um corpo celeste que:

(a) está em órbita ao redor do Sol; (b) tem massa suficiente para sua autogravidade para superar forças corporais rígidas, ela assume uma forma de equilíbrio hidrostático (quase redonda); e (c) limpou a vizinhança ao redor de sua órbita (IAU, RESOLUTION B5, p. 1).

Durante a mencionada assembleia, também foi estabelecida uma nova categoria de objetos chamada de *planetas anões*, a qual foi diferenciada da classe dos *planetas*. Essa nova categoria abrange os seguintes objetos (e seus comportamentos):

(a) Esteja em órbita em redor do Sol; (b) tenha massa suficiente para que a sua própria gravidade supere as forças de corpo rígido, de maneira que esteja em equilíbrio hidrostático e tenha uma forma quase esférica; (c) não tenha as vizinhanças da sua órbita desimpedidas; e (d) não seja um satélite (IAU, RESOLUTION B5, p. 1).

Em relação às disciplinas analisadas, Ciências e Geografia, nota-se que apresentam conceitos semelhantes sobre a estrutura do Sistema Solar e seus componentes. No entanto, os livros didáticos de Geografia abordam esses conceitos de forma mais superficial, focando em aspectos estruturais e físicos. Por outro lado, os livros de Ciências apresentam uma definição mais alinhada àquela estabelecida pela IAU e, portanto, cientificamente referendada.

Um dos aspectos investigados nesta pesquisa foi como o conceito de Sistema Solar era abordado nos livros didáticos. Todos os livros analisados tratam do assunto, mas a maioria deles recorre fundamentalmente a imagens, que, com exceção daquela do livro LC4 (FIGURA 2), estavam todas fora de escala. Apenas três livros mencionam que essas imagens eram meramente ilustrativas e não representavam as proporções reais de tamanho e distância no Sistema Solar. Esse fato reforça a hipótese inicial da pesquisa de que há poucas discussões sobre essas representações no contexto da Educação Básica, o que gera dificuldades na compreensão desses conceitos e contribui para a formação de obstáculos epistemológicos.

Conforme evidenciado no QUADRO 1, a abordagem dos satélites de cada planeta e as excentricidades de suas órbitas planetárias é encontrada nos livros LC1, LC3 e LC4. No entanto, é importante ressaltar que as informações apresentadas nesses livros estão desatualizadas, uma vez que o processo de elaboração dos materiais didáticos é moroso. Na época da pesquisa, os livros foram escritos aproximadamente em 2015 e, desde então, ocorreram descobertas adicionais de

satélites naturais dos planetas *jovianos*, como Júpiter, que agora lhe são atribuídas 79 luas, e Saturno, hoje com 82 satélites naturais (FILHO; SARAIVA, 2017). Essas mudanças nas definições e no número de astros não são incorporadas por professores e escolas de modo imediato, tornando necessário que o uso de fontes de pesquisa extras aos livros didáticos. Além disso, como mencionado anteriormente, a comunidade pode participar de consultas para sugerir nomes para os satélites naturais, e essa atividade pode ser incluída no contexto escolar, proporcionando aos alunos a sensação de fazerem parte do processo de nomeação dos corpos celestes e dos avanços científicos, o que vai ao encontro do princípio (iv) da ASC, a saber: da percepção e representação do mundo.

Dos livros analisados, LC1, LC2, LC3 e LC4 são os únicos que abordam a definição de planetas-anões. No entanto, as informações fornecidas nesses livros são bastante sucintas e desatualizadas, não correspondendo à definição estabelecida pela IAU.

A seguir, são apresentadas as definições de planetas-anões encontradas nos livros didáticos analisados:

LC1: Plutão, considerado desde 1930 o menor planeta do Sistema Solar, foi reclassificado na categoria de Planeta-anão durante a 26ª assembleia geral da União Astronômica Internacional, realizada em Praga em 24 de agosto de 2006 (GOWDAK E MARTINS 2015, p.22)

LC2 e LC3: A IAU criou em 2006, a categoria dos planetas-anão, conjunto de astros formados por:

Ceres, localizado no cinturão de asteroides entre a órbita de Marte e Júpiter.

Plutão, Makemake, Haumea e Éris, localizados na região da órbita de Netuno, onde está situado o Cinturão de Kuiper, formado por milhões de objetos celestes que circundam o Sistema Solar (PEREIRA, SANTANA E WALDHELM, 2015, p.224).

LC4 define que:

Planeta-anão é um astro arredondado que não é um satélite e que gira em torno de uma estrela, mas encontra outros astros em sua trajetória. Em 2008, foi definida a categoria de plutoide para classificar os planetas-anões que orbitam ao redor do Sol a uma distância maior que Netuno. São conhecidos 5 planetas-anões no Sistema Solar Ceres, Plutão, Haumea, Makemake e Eris. Com exceção de Ceres. Todos são do tipo plutoide. Os planetas-anão são formados por rochas e gelo e alguns possuem luas. Os planetas-anão Plutão e Eris possuem atmosfera, porém diferente da terrestre.

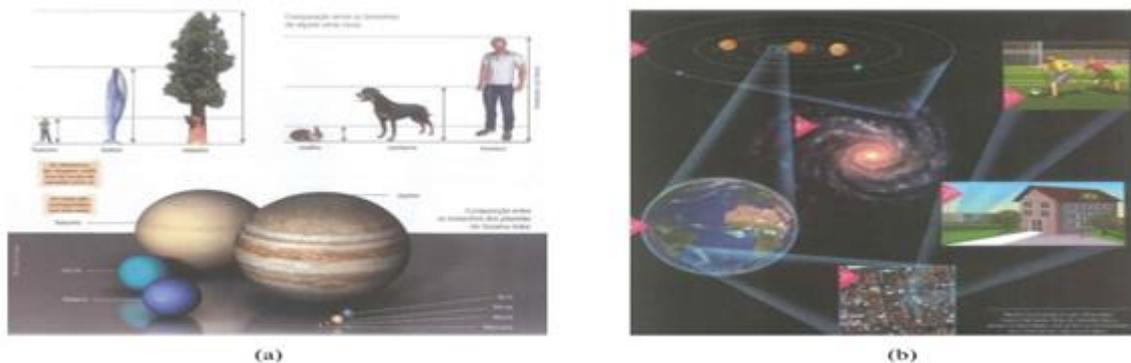
Os conceitos de planetas-anões foram encontrados exclusivamente nos livros de Ciências, apresentando definições que estão consoantes àquela estabelecida pela

IAU. No entanto, é importante ressaltar que essas definições apresentam algumas limitações em termos de informações.

Dentre os livros analisados, é válida a menção de que apenas o LC4 aborda e discute o cinturão de asteroides principal. No LG1, o cinturão principal de asteroides é mencionado apenas por meio de uma imagem que representa o Sistema Solar, sem nenhuma explanação teórica mais aprofundada. Quanto ao Cinturão de Edgeworth-Kuiper, ele é abordado apenas no LC4, que o inclui em uma linha que também engloba os planetas-anões (FIGURA 1, parte inferior).

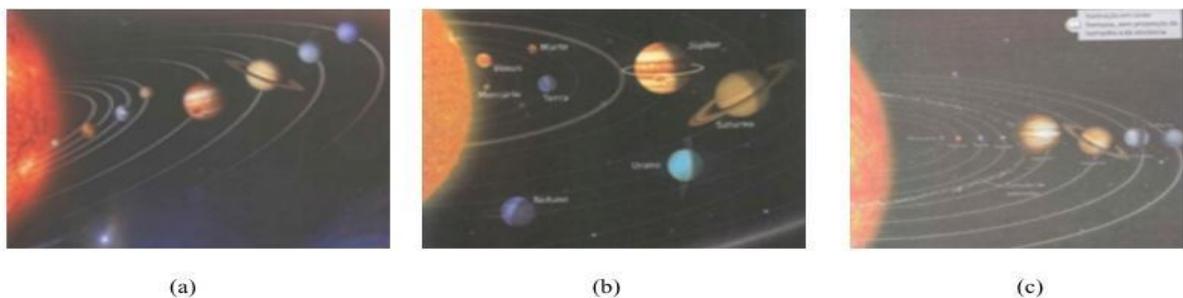
Todos os livros analisados trazem inicialmente a discussão dos modelos do Sistema Solar, tanto o Heliocêntrico quanto o Geocêntrico (FIGURA 2 e FIGURA 3). No entanto, a narrativa histórica, que apresentaria como e quando esses modelos foram propostos, não é abordada. Apenas o modelo atual do Sistema Solar, no qual o Sol ocupa o centro, é discutido de forma mais detalhada, e apenas no LC4.

Figura 2: Representação esquemática sobre escalas.



Fonte: LC2 Figura 3 a – Gowdak e Martins (2015, p.14 Volume 1).

Figura 3: Representação esquemática apresentada nos livros textos analisados.



Fonte: LC2, LC3, LC4 (a) Terrezani (2015 p. 75), (b) Ribeiro (2015, p.40), (c) Gowdak e Martins (2015, p. 16).

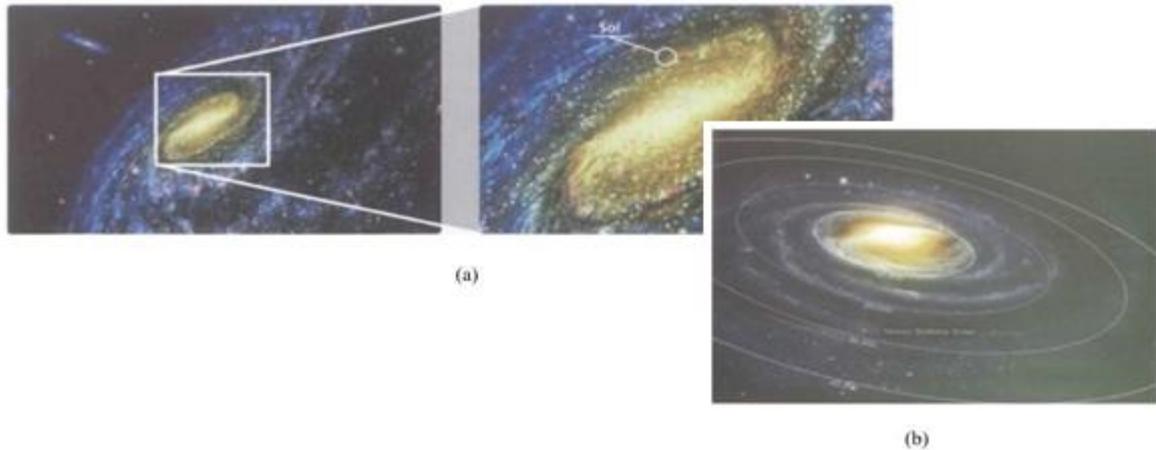
Outro aspecto relevante a ser considerado é a representação em escala das imagens que retratam o Sistema Solar ou sua localização na Via-Láctea. Apenas três livros (LC1, LC3 e LC4) mencionam as escalas implicadas, utilizando recursos visuais, como ilustrado na FIGURA 2. Nos demais livros analisados, há apenas notas de rodapé informando que as imagens estão fora de escala e que as cores são meramente ilustrativas.

Algumas imagens, como aquela mostrada na FIGURA 3-a, apresentam a ideia de escala ao comparar a altura do homem com a do cachorro ou a do coelho, para depois fazer uma generalização. No LC1, é feita uma comparação entre o tamanho do homem e o dos planetas. Na FIGURA 3-b, o tamanho do pátio da escola é comparado com o tamanho do Universo, sendo apresentada a distância, e como veríamos o pátio da escola se nos afastássemos, mantendo aquele espaço como referência. Essas situações, em que o uso de escalas e seus componentes é ignorado, geram dificuldades posteriores tanto na Matemática quanto na Geografia, pois os alunos pouco desenvolvem noção espacial e enfrentam dificuldades no entendimento dos cálculos associados ao tema.

De acordo com Pommer e Pommer (2018), a escala é um conceito matemático a ser construído durante a Educação Básica, mas eles apontam dificuldades didáticas para introduzi-la. Essa dificuldade decorre de obstáculos pedagógicos, emergentes da transposição didática de determinados assuntos. No caso das escalas, esses obstáculos podem levar os alunos a concepções errôneas, resultando em uma compreensão incompleta ou equivocada do cenário astronômico. Tendo em vista a fundamentação teórica utilizada nesta pesquisa, pode-se mencionar o terceiro princípio da ASC, o qual argumenta que o livro-texto não deve centralizar as estratégias de ensino utilizadas, mas que estratégias diversas sejam consideradas, preferencialmente aquelas capazes de aproximar as temáticas científicas tratadas às realidades particulares dos alunos.

Quatro dos livros analisados – LG1, LC1, LC3 e LC4 – apresentaram informações detalhadas sobre o Sistema Solar não ser o único sistema planetário (FIGURA 4) e que o Universo abriga estruturas chamadas Galáxias. Além disso, esses dois livros fornecem informações sobre as dimensões do Universo e sua composição.

Figura 4: Representação da localização do Sistema Solar na Via Láctea.



Fonte: LC2, LG2(a) Gowdak e Martins (2015, p.16), (b) Ribeiro (2015, p.46).

No que diz respeito aos planetas do Sistema Solar, diversos livros foram analisados, incluindo LC1, LC3, LG1, LG2 e LG3, que apresentam imagens e informações básicas sobre sua descoberta e características.

Considerando que as crianças têm uma curiosidade natural em tocar objetos e perceber seu tamanho, cor e composição, sugere-se a realização de atividades práticas concretas, envolvendo a construção de escalas, o que poderia ser sugerido pelos próprios livros didáticos. Esse argumento vai ao encontro do princípio da consciência semântica, sexto princípio apontado pela ASC. Nele, infere-se que os significados estão nos sujeitos, e não nos objetos a ele apresentados.

Dos livros analisados, apenas LC1 e LC4 abordam o período de rotação e translação, o diâmetro dos objetos do Sistema Solar e as distâncias em relação ao Sol, fazendo a conversão de unidades em quilômetros, metros e centímetros para facilitar a manipulação e a compreensão dessas distâncias (FIGURAS 5a e 5b).

Figura 5: Tabela informativa sobre os ciclos e tamanhos dos objetos.

Astro	Diâmetro médio (quilômetros)	Distância média até o Sol (quilômetros)	Diâmetro na escala adotada (centímetros)	Distância até o Sol na escala adotada (metros)
Sol	1.400.000	–	████████	–
Mercúrio	4.900	58.000.000	████████	████████
Vênus	12.100	108.000.000	████████	████████
Terra	12.800	150.000.000	████████	████████
Marte	6.800	228.000.000	████████	████████
Júpiter	140.000	778.000.000	████████	████████
Saturno	116.500	1.427.000.000	████████	████████
Urano	50.800	2.871.000.000	████████	████████
Netuno	49.200	4.500.000.000	████████	████████

(a)

Diâmetro equatorial:
equivale à distância de um lado a outro do planeta, através do seu eixo equatorial.

Período de rotação:
tempo que o planeta leva para girar totalmente em torno do próprio eixo.

Período de translação:
tempo que o planeta leva para completar uma órbita em torno do Sol.

Astro	Diâmetro equatorial	Período de rotação	Período de translação
Mercúrio	4 878 km	58 dias	88 dias
Vênus	12 102 km	243 dias	225 dias
Terra	12 756 km	23h54min	365,2 dias
Marte	6 794 km	24h6min	687 dias
Júpiter	142 984 km	9h54min	12 anos
Saturno	120 536 km	10h23min	29,5 anos
Urano	51 118 km	17h52min	84 anos
Netuno	49 492 km	16h11min	164 anos

(b)

Fonte: LC1 (b) Carnavalle (2014, p. 178).

Nesse aspecto, é possível trazer à discussão os princípios da percepção e representação do mundo e do abandono da narrativa, tendo em vista que a multiplicidade de informações, e seu detalhamento, favorecem que múltiplas percepções sejam geradas, e que o sujeito seja capaz de identificar seu conhecimento prévio, isto é, os subsunçores adequados à geração de novos significados,

potencialmente levando-o a uma aprendizagem com significados psicológicos (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2000).

Considerações finais

A limitada e esporádica ênfase dada à discussão do tema *Terra e Universo* nos livros didáticos analisados revela uma lacuna no ensino desses conceitos, mesmo sendo propostos pela BNCC e RCG. Quando abordado, o tema é tratado de forma superficial, quase que exclusivamente pautado por representações visuais do Sistema Solar. As definições de planetas e planetas-anões apresentadas nos livros analisados são consistentes, embora desatualizadas em alguns casos. Os livros de Ciências oferecem uma abordagem mais alinhada à definição científica estabelecida pela IAU, em relação aos de Geografia, considerando aqueles voltados à Educação Básica, objeto deste estudo.

A falta de representações adequadas em escala do Sistema Solar nas imagens dos livros contribui para dificuldades de compreensão e pode prejudicar o desenvolvimento de noções espaciais e matemáticas dos alunos. Além disso, a inexistência de informações históricas sobre os modelos do Sistema Solar e a desatualização das informações apresentadas nos livros são questões a serem consideradas. Sugerem-se perspectivas de pesquisa que explorem estratégias didáticas para abordar o tema de forma mais aprofundada, atualizada e envolvente, incluindo atividades práticas e o uso de recursos visuais que representem adequadamente as escalas e proporções do Sistema Solar.

Com relação à Aprendizagem Significativa Crítica, e seus onze princípios que a favorecem, subsídio teórico explorado nesta pesquisa, é possível inferir, à título de exemplo aos argumentos tecidos acima, seus *quarto* e *quinto* princípios, a saber: princípio da percepção e representação do mundo e princípio do conhecimento como linguagem, respectivamente. Com relação ao primeiro, os alunos do Ensino Fundamental devem ser apresentados a informações atualizadas e, sempre que possível, permeadas por variadas representações. Com relação ao segundo, além das ilustrações, as descrições, as análises, os argumentos e as ideias devem ser fomentadas, tendo em vista o desejável em termos de aprendizagem: alunos capazes de construir saberes e atuar socialmente a partir daquilo que aprendem nos ambientes escolares.

Agradecimento

Gostaríamos de expressar profundo agradecimento pela oportunidade de realizar esta pesquisa como parte do trabalho de conclusão de curso em Licenciatura em Ciências Exatas da Unipampa – campus Caçapava do Sul. Agradecemos especialmente ao *Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores* (LIFE) e ao Grupo de Pesquisa *Ensino, Aprendizagem e Significados em Ciências* (EnASCI) pelo valioso apoio e suporte ao longo desta jornada. Sem o respaldo e orientação dessas composições, o trabalho aqui relatado não teria sido possível.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**, Lisboa: Editora Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P. In defense of advance organizers: A reply to the critics. **Review of Educational research**, v. 48, n. 2, p. 251-257, 1978.

BRASIL, Ministério da Educação. (2011). **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE)**. Secretaria de Educação Básica. Edital de convocação, v. 6, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências 5ª a 8ª Série**. Brasília: SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. (2017). **Base Nacional Comum Curricular. Ensino fundamental 1º a 9º Ano**. Brasília, 2017.

BUFFON, A. D.; NEVES, M. C. D. A Educação para Astronomia no Ensino Fundamental: uma reflexão entre professores e pesquisadores. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 10, n. 1, 2017.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; PESSOA DE CARVALHO, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

COUTINHO, C. P. **Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática**. 2. ed. Coimbra: Almedina, 2016.

CRUZ, C., GIOPPO, M., & KUCERA, L. **Metodologia do Ensino das Ciências Naturais**. lesde, 2010.

FILHO, K. S. O.; SARAIVA, M. S. O. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: Livraria da Física, 2018.

NETO, G. L.; ARTHURY, H. M. A formação docente e as concepções dos estudantes no âmbito da astronomia. **Cadernos de Astronomia**, Vitória, v. 2, n. 1, p. 159, 2021. DOI: 10.47456/Cad. Astro.v2n1.33137. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/astro/article/view/33137>. Acesso em: 7 maio. 2023.

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

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.

MIURA, J.; AZEVEDO, J. Un Panorama de la Ciencia 2.0. **Comunicologia – Revista de Comunicação da Universidade Católica de Brasília**, v. 7, n. 1, p. 77-94, 4 mar. 2015.

MORAES, C. R.; VARELA, S. Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2007.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica (critical meaningful learning). **Teoria da Aprendizagem Significativa**, v. 47, 2000.

MOREIRA, M. D. Divulgação científica, ensino de astronomia e suas implicações: livros didáticos, cotidiano, internet e conhecimento popular. **Da pesquisa às práticas educacionais a partir de lives de formação em tempos de pandemia**, p. 43.

NOVAK, J. D.; MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H. **Ensinando Ciência para a Compreensão**. Lisboa: Editora Plátano, 2000.

POMMER, W. M.; POMMER, C. P. C. R. A noção de escala nos anos iniciais do Ensino Fundamental/The scale's notion in the early years of Elementary School. **Educação em Foco**, v. 21, n. 33, p. 121-140, 2018.

RASCALHA, M.; SANTOS, C. M. D. Apresentando outros sistemas solares nas aulas de ciências através de ferramentas online e aplicativos digitais. **Educ. Teoria Prática**, Rio Claro, v. 27, n. 55, p. 428-450, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Estado da Educação. **Referencial Curricular Gaúcho: Humanas**. Porto Alegre: SEE, 2018.

LUANA, L. S.; ARAÚJO-JORGE, T. C. Práticas docentes e discentes em cadernos de Ciências: desenvolvimento metodológico para percepção dos diferentes registros do cotidiano escolar. **R. bras. Est. pedag.**, Brasília, v. 89, n. 221, p. 47-71, jan./abr. 2008.

TIGNANELLI, H. L. Sobre o ensino da astronomia no ensino fundamental. **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, p. 57-89, 1998.