

# A espacialidade no ensino de astronomia: um olhar para as pesquisas da área

The spatiality in astronomy education: a look at research in the area

Thais Alexandre<sup>1</sup>, Cristina Leite<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, Rua do Matão, 1371, CEP 05508-090, São Paulo. Brasil.

<sup>2</sup>Instituto de Física, Universidade de São Paulo, Rua do Matão, 1371, CEP 05508-090, São Paulo, Brasil.

\*E-mail: [thais.alexandre@usp.br](mailto:thais.alexandre@usp.br)

## Resumo

A espacialidade é um importante elemento para a compreensão dos fenômenos astronômicos como o movimento dos astros, as estações do ano, entre outros. Neste trabalho será apresentado o resultado de um estudo sobre como a espacialidade tem sido explorada nos textos acadêmicos da área de educação em astronomia. Para isso, foi feito um levantamento bibliográfico nas duas principais fontes de publicação da área: a Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) e as atas do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA). Dessa forma, chegou-se a dois principais autores neste tema: Cristina Leite (Brasil) e Néstor Camino (Argentina). Ao todo foram analisadas seis publicações desses autores, utilizando como base as categorias construídas por Matias & Leite (2011), que se fundamentam em três elementos para a construção da espacialidade: proporção, referencial e profundidade. Através da análise, foi possível perceber que apenas dois trabalhos não apresentaram os três elementos da espacialidade em suas propostas, mostrando que quando trabalhada, a espacialidade aparece bem fundamentada. Entretanto, é preocupante perceber que há uma escassez de trabalhos que envolvem a temática.

**Palavras chave:** Ensino de astronomia; Espacialidade; Análise de propostas didáticas.

## Abstract

This work presents the result of a study on how spatiality has been explored in academic texts in the area of education in astronomy. For this, a bibliographic survey was made in the two main sources of publication in the area: the Latin American Journal of Education in Astronomy (RELEA) and the minutes of the National Symposium on Education in Astronomy (SNEA). Thus, two main authors on this topic were reached: Cristina Leite and Néstor Camino. Thus, to complement, more publications from these two authors were selected. In total, six publications were analyzed. For the analysis to be carried out, the categories constructed by Matias & Leite (2011) were taken as a basis, which are based on three elements for the construction of spatiality: proportion, referential and depth. Through the analysis, it was possible to notice that only two works did not present the three elements of spatiality, showing that when worked, spatiality appears well-founded. However, it is worrying to realize that there is a scarcity of works involving the theme.

**Keywords:** Astronomy teaching; Spatiality; Analysis of didactic proposals.

## I. INTRODUÇÃO

O céu sempre despertou o interesse na humanidade. Há registros de pintura e estruturas da Antiguidade que demonstram uma forte relação entre a astronomia e o cotidiano das pessoas, como o uso de conhecimentos da dinâmica celeste para construção de calendários (Lago; Andrade; Locatelli, 2017). A astronomia também está presente na educação básica não apenas por apresentar uma relevância sócio-histórico-cultural, mas por despertar inquietações no

ser humano e, além, por ser uma temática potencialmente interdisciplinar, conforme destacam Soler e Leite (2012) em pesquisa sobre as principais justificativas apresentadas por pesquisadores para o ensino de astronomia.

Além disso, é preciso destacar que a astronomia está também presente nos documentos que norteiam o currículo da educação básica, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998) e a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Nestes documentos, a astronomia é apresentada em um dos eixos temáticos: Terra e Universo.

Em boa parte dos conhecimentos envolvidos neste eixo é preciso desenvolver um pensamento espacial, uma vez que os temas correlatos englobam relações espaciais como formas, dimensões, escalas, profundidade, mudanças de perspectivas ou de referencial e movimento dos corpos celestes (Leite, 2006). Entretanto, é fundamental ressaltar que a espacialidade não é instintiva ou natural, ela precisa ser construída (Thuiller, 1994; Leite, 2006;).

Para a construção da espacialidade, apontamos três dimensões importantes: a proporção, o referencial e a profundidade (Matias, Leite, 2011). A proporção está relacionada às dimensões dos objetos celestes e a forma que eles possuem. Outro aspecto fundamental na construção da espacialidade é o referencial, marcado pela posição do observador, mas que para a construção do conhecimento em astronomia, necessita muitas vezes dialogar com observações de outros referenciais. Dessa forma, se faz necessária a transição entre referenciais. E o terceiro aspecto é a profundidade. Em geral, os objetos celestes, pelas distâncias envolvidas e, pela limitação do nosso aparato visual, se apresentam na forma uni ou bidimensional (Leite, 2006). Segundo Robilotta (1985), o movimento do objeto, ou nosso movimento com relação a ele, são algumas das formas de apreender todas as dimensões de um corpo.

Dessa forma, é possível dizer que a visão espacial é construída, a partir de sensações e conhecimentos, e, no caso da astronomia e de objetos grandes demais ou muito distantes, as nossas sensações não são suficientes para construir a noção de espaço tridimensional, é importante uma abstração sensorial. Entretanto, é necessário ressaltar que depois de construída ela já passa a influenciar a forma como observamos o nosso entorno, e assim passamos a acreditar que conseguimos ver os objetos em três dimensões (Robilotta, 1985). Colocando a espacialidade como uma abstração sensorial, torna-se possível compreender que a espacialidade como um todo não é um conceito simples.

De tal forma a melhor compreender como esse tema da espacialidade está presente nas pesquisas em educação em astronomia, será realizado, inicialmente, um levantamento bibliográfico dos trabalhos nesta temática, e a partir daí uma análise para compreender como a espacialidade tem sido construída e utilizada nas propostas didáticas de educação em astronomia.

## II. METODOLOGÍA

Como ponto de partida, foi feito um levantamento bibliográfico, em duas fontes principais na área de educação em astronomia no Brasil: Revista Latino Americana de Educação em Astronomia (RELEA), e Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA). Para realização desse levantamento, foram lidos todos os resumos dos trabalhos publicados nas duas fontes nos últimos 10 anos. A partir da leitura dos resumos foram obtidos 15 trabalhos para a leitura completa. Com relação ao público alvo das atividades, não fizemos nenhuma restrição, de modo que há trabalhos envolvendo cursos de formação de professores, atividades para o ensino superior e para a educação básica.

Através da leitura minuciosa destas pesquisas, percebemos que a maior parte não se adequa ao nosso objetivo, não apresentando uma problematização direcionada à espacialidade, tendo outro foco, como por exemplo, uma abordagem histórica. Assim, foram mantidas apenas publicações completas que apresentassem propostas que trouxessem fenômenos astronômicos associados à espacialidade, juntamente com um aprofundamento na temática, e com isso obteve-se apenas dois trabalhos. As propostas poderiam ser atividades isoladas, minicursos ou entrevistas.

Com as leituras percebeu-se que há dois autores que se destacam: Néstor Camino e Cristina Leite. Camino, que é um pesquisador argentino, se destaca por apresentar trabalhos que envolvem participantes de diversos países em observações conjuntas do céu, e Leite, uma pesquisadora brasileira, possui trabalhos que apresentam um aprofundamento teórico sobre a espacialidade no ensino de astronomia.

Dessa forma, outros artigos desses dois autores foram incluídos na análise. Para a escolha desses textos, a priori levou-se em consideração a semelhança com trabalhos já selecionados, deveriam estar publicados em uma revista ou em atas de evento, e ser uma proposta em que o tema central fosse a espacialidade no ensino de astronomia. Além disso, como esses autores têm variadas publicações dessa natureza, foram tomadas apenas aqueles em que apareciam como primeiro autor. Portanto, para a realização dessa análise foram selecionados um total de seis artigos.

Na tabela 1 a seguir encontram-se os trabalhos selecionados. Para fazer referência aos trabalhos, bem como a fonte deles, será utilizada uma representação. Para os trabalhos da RELEA, faremos referência através da letra "R", para o SNEA, "S". Também será feita uma referência aos autores, nos trabalhos de Camino, acrescentaremos a letra "C", e nos trabalhos de Leite "L".

TABELA I. Trabalhos selecionados.

Trabalhos	Representação
"Determinação observacional do analema. Projeto de observação comum sul americano"	SC1
"A forma e os movimentos da Terra: percepções de professores acerca das relações entre observação cotidiana e os modelos científicos"	RL1
"Metodologia de pesquisa no ensino de astronomia: enfoque na espacialidade"	L1
"As dimensões espaço e tempo do sistema solar na formação continuada de professores de ciência"	L2
"Percepção espacial do objeto: um estudo de sombras"	L3
"Observação conjunta do Equinócio de Março"	C

Para este estudo foi utilizada a metodologia de Análise de Conteúdo qualitativa, com o intuito de explorar de que modo a espacialidade vem sendo explorada dentro dos trabalhos encontrados (Moraes, 1999). E como instrumento para esta análise, foram tomadas como base, categorias construídas por Matias e Leite (2011), que são baseadas na construção da espacialidade: Proporção, Referencial e Profundidade.

Na categoria Proporção se encaixam as atividades que apresentam uma Construção e /ou mudança de escala, podendo estar relacionada às Distâncias, Tempo ou Movimento. Se enquadram também atividades que apresentam comparação das escalas, com relação ao Diâmetro, Tempo, Distância, Aparência/Forma. Dentro da categoria Referencial foram incluídas as atividades que apresentam uma Mudança de Referencial, ou apresentam uma Construção de referencial, podendo ser Heliocêntrico ou Geocêntrico. Esse referencial pode ser com relação ao Espaço, Tempo ou Movimento. Na categoria Profundidade, são classificadas atividades que apresentam o desenvolvimento da capacidade de compreender a Forma e/ou o Movimento de objetos celestes, assim como o Espaço que eles ocupam.

### III. ANÁLISE

A partir da análise dos trabalhos construímos uma tabela com os principais resultados (tabela II).

Os trabalhos que apresentam mais de uma atividade, há uma diferenciação. Em L2, por exemplo, quando apenas a primeira atividade se encaixou em uma categoria apresentamos uma barra (/), e quando somente a segunda atividade se encaixou na categoria, apresentamos uma barra com sentido inverso ao da primeira (\), havendo diferença do sentido de inclinação da barra, para a direita ou para a esquerda, conforme a atividade, mas quando as duas apresentaram características da mesma categoria, colocamos um "X", juntamente com a presença da cor.

TABELA II. Análise dos trabalhos.

CATEGORIAS			SC1	RL1	L1	L2	L3	C
PROPORÇÃO	CONSTRUÇÃO EM ESCALA E/OU MUDANÇA DE ESCALA		ESPAÇO		X	/		
			TEMPO		X	\		
			MOVIMENTO		X	/		
	COMPARAÇÃO		DIÂMETRO		X	/		
			TEMPO		\	\		
			DISTÂNCIA		/	X		
			APARÊNCIA/FORMA		/	/		
REFERENCIAL	CONSTRUÇÃO DE REFERENCIAL		Geocêntrico		ESPAÇO	/		
			Geocêntrico		TEMPO	/		
			Heliocêntrico		ESPAÇO	X	/	
			Heliocêntrico		TEMPO	X		
	MUDANÇA DE REFERENCIAL		Heliocêntrico		MOVIMENTO	\		
			Geocêntrico		ESPAÇO	X	\	
			Geocêntrico		TEMPO	/	\	
			Geocêntrico		MOVIMENTO	/	\	
PROFUNDIDADE			Geocêntrico		ESPAÇO	X	X	
			Geocêntrico		FORMA	\	/	
			Geocêntrico		MOVIMENTO	\	\	
Atividade/ Conjunto 1 = " / "			As duas atividades/ Conjuntos = " X "					
Atividade/ Conjunto 2 = " \ "								

Na tabela II, apresentamos as categorias, assim como as subdivisões. Portanto, temos as três categorias principais, Proporção Referencial e Profundidade. Para exemplificação da leitura, tomaremos como exemplo a categoria Profundidade, que pode ser construída a partir do espaço, da forma e do movimento. Como por exemplo a atividade presente no trabalho L3, que apresenta marcações nas três subcategorias, visto que todos os aspectos estavam presentes. O mesmo vale para as demais categorias, quando um trabalho apresenta uma marcação, significa que ele apresentou uma atividade com todos os aspectos indicados na respectiva linha.

### A. Proporção

Dentro da categoria Proporção, apresentamos duas subdivisões: Construção em escala e/ou mudança de escala, e Comparação. Dentro de Construção em escala e/ou mudança de escala, estão atividades que apresentam proporções relacionadas ao Tempo, Espaço e Movimento. E dentro de Comparação as atividades que apresentam pontos relacionados ao Diâmetro, Tempo, Distância e Aparência/Forma.

Um trabalho que apresenta a proporção, através da construção em escala, é L2. Neste trabalho, há o detalhamento de duas atividades, que foram aplicadas em um curso de formação de professores. Na primeira atividade, há uma construção em escala do Sistema Solar, levando em consideração os diâmetros dos astros em questão, e as respectivas distâncias, de modo que há uma construção de uma escala relacionada ao Espaço.

Neste mesmo trabalho, há uma segunda atividade em que há uma construção em escala relacionado ao Movimento e ao Tempo. Nestas atividades, os professores realizam uma simulação do movimento de translação dos planetas.

*Cada professor fez o papel de um planeta para que todos pudessem em alguns momentos visualizar, e em outros, participar da atividade. A análise dos movimentos foi dividida em quatro etapas para efetuarmos uma parada dos planetas e observarmos o que da Terra era possível ver naquele momento no céu. Por exemplo, a nossa primeira observação nessa direção foi quando os três primeiros planetas efetuaram seus movimentos completos e, então, comentamos que, quando isso acontecia: esses planetas ficavam alinhados. (Leite & Hosoume, 2008. pg. 6)*

Assim, encontramos nessas segundas atividades uma proporção em escala do Movimento, e do Tempo, pois associa o movimento dos planetas em torno do Sol, assim como o período de realização de cada um desses movimentos em comparação aos demais.

Na subcategoria Comparação, acrescentamos quatro subdivisões: Diâmetro, Tempo, Distância e Aparência/Forma. E como exemplo, podemos citar novamente L2. Visto que apresentou na atividade 1, a comparação dos diâmetros dos planetas, e das distâncias entre eles, havendo assim a comparação do Diâmetro, Distância e Forma, pois era possível comparar os diferentes tamanhos dos objetos celestes em questão. E na atividade 2, havia a proposta de comparação dos períodos de translação dos planetas, uma vez que era possível avaliar que em um mesmo intervalo de tempo, enquanto um planeta realiza um movimento completo de translação, um outro, percorria apenas um quarto de seu percurso.

### B. Referencial

Para a análise do referencial, apresentamos duas subcategorias: Construção de referencial e Mudança de referencial.

A Construção de referencial pode ser centrada a partir da posição do observador, foi classificada como Geocêntrica, e pode externa a posição do observador, classificada como Heliocêntrica.

Dos trabalhos apresentados, em três há um referencial Geocêntrico, sendo um deles SC1, que dentro deste referencial apresentou características do Espaço, Tempo e Movimento. As atividades apresentadas tratam da construção de um gráfico do analema solar baseado na observação da máxima altura angular do Sol, que ocorre por volta do meio-dia solar verdadeiro. A observação ocorreu durante um ano, e medidas tomadas foram referentes à declinação do Sol.

*El proceso propuesto entonces consiste en realizar actividades de observación real (...): la relación de la variación del Sol relativa al propio lugar del observador con respecto a los patrones de tiempo solar verdadero y civil, sistemáticamente durante al menos un año. (Camino, 2016. pg. 2)*

Dessa maneira é observada a variação da posição do Sol ao longo de um ano, fazendo referência ao percurso do Sol no céu no decorrer de um ano, partindo de um referencial fixo. Além disso, este trabalho é realizado por cinco diferentes países com coordenadas diferentes, de modo que é possível observar uma mudança de observação do movimento do Sol no céu, conforme a mudança de posição em cada um desses países.

A construção do referencial geocêntrico também pode ser efetuada com relação ao Tempo. Em SC1, também há este referencial, visto que a observação do analema solar é delimitada em um ano. Da mesma forma, é possível observar o estudo do Movimento, pois são observadas as alterações da posição do Sol ao longo do período citado.

Uma outra possibilidade de construção de um Referencial é partindo de uma visão heliocêntrica, e pode ser construída a partir do Espaço, Tempo e Movimento.

Um trabalho que apresentou a construção de um referencial heliocêntrico levando em consideração o Espaço, o Tempo e o Movimento, foi o RL1. Dentre as atividades propostas, uma apresenta o estudo das estações do ano, através de uma simulação do movimento de translação da Terra, tendo como foco as posições da Terra, e a projeção da luz sobre o globo no início de cada estação. (Ferreira, 2013; Ferreira e Leite, 2015;)

Desse modo, esta atividade proporciona uma visão de um referencial heliocêntrico. E, por se tratar do estudo das estações do ano, foi levado em consideração o movimento da Terra, realizado em um período de um ano, e também com foco no espaço, visto que há um percurso de realização deste movimento.

Além de um referencial Geocêntrico e Heliocêntrico, há a possibilidade da mudança de referencial, que seria a transição entre os referenciais já citados. E assim como as outras subcategorias, apontamos a possibilidade de mudança de referencial partindo do Espaço, do Tempo e do Movimento.

Dentro do trabalho C, há o desenvolvimento de uma atividade que apresenta as três subcategorias vinculadas à Mudança de Referencial. Na atividade, os alunos e professores de diferentes localidades, fizeram tomadas de dados, de diversos comprimentos de sombra proporcionados usando um gnômon, durante um período de horas. O objetivo era perceber o movimento do Sol.

Após essa tomada de dados, foi simulada a sombra que se obteve através do gnômon, por meio de um alfinete fincado em um globo. Para obter essa sombra no globo, foram consideradas as coordenadas geográficas do local de medida e a inclinação do eixo da Terra, obtendo a mesma projeção de luz, tanto sobre o gnômon original, como sobre o alfinete. Assim, através da atividade foi possível realizar uma observação de um referencial geocêntrico, e também um externo à Terra. Nesta atividade, o Tempo aparece como elemento, pois é levado em consideração o movimento do Sol ao longo de um dia, e conseqüentemente, as diferentes projeções da sombra do gnômon. Também há referência ao Movimento, uma vez que foi observado o movimento do Sol, e também há o Espaço, pois é possível ver a variação de posição deste astro.

Dentro da subcategoria Mudança de referencial, a forma mais apresentada está relacionada a uma comparação entre algo observado no céu e um modelo construído, entretanto, em SC1 há uma observação do movimento do Sol no decorrer de um ano. De modo que neste intervalo, a Terra se movimenta, e o referencial mesmo que continue sendo terrestre, muda, pois há uma grande mudança de posição da Terra. De modo que a observação do Sol é feita em referenciais distintos.

### C. Profundidade

Essa categoria, assim como as demais, também apresenta subcategorias: Espaço, Forma e Movimento. Um trabalho que apresentou este aspecto, foi o L3 que visou a construção visual da forma real dos objetos, baseada em observações feitas em duas dimensões, mas em diferentes ângulos.

Na atividade, a professora apresentou aos alunos projeções de sombras de objetos de diferentes formas. E ela dispunha esses objetos em diferentes posições de como que os alunos pudessem compreender que, a visualização de um objeto, através de apenas um ângulo, não era suficiente para compreendê-lo por completo. Por exemplo, a sombra de um cone pode ser um disco, um triângulo ou triângulo de base circular de várias alturas (Leite e Hosoume, 2003. Pg. 1088). Assim, neste trabalho foi possível obter uma atividade que apresentasse a profundidade, tanto com relação à Forma, pois há referência de identificação da forma do objeto pelas sombras, como ao Movimento, pois há a ação de movimentação do objeto para que se possa compreender a forma dele, e mesmo o Espaço necessário para o movimento do objeto.

## IV. CONCLUSÃO

Um dos principais objetivos desta pesquisa é, além de elucidar a importância da construção espacial no ensino de astronomia, avaliar como essa perspectiva espacial vem sendo construída nas propostas didáticas da área. E, através da análise, foi possível perceber que ainda há poucas propostas nesta direção.

Com relação aos dois principais autores analisados, Camino e Leite, é possível perceber que o principal aspecto que diferencia um autor do outro é o referencial abordado inicialmente: Camino apresenta mais propostas com ponto de partida de um referencial geocêntrico, e Leite, na contrapartida, com um referencial Heliocêntrico, mas ambos enfatizam a necessidade de relação entre esses referenciais. Nas propostas apresentadas por esses autores, é possível

perceber a maior parte dos elementos da espacialidade, e apenas dois trabalhos não apresentaram os três elementos: referencial, proporção e profundidade. Mostrando que quando trabalhada de maneira mais aprofundada, a espacialidade aparece bem fundamentada.

Como forma de compreender de maneira mais aprofundada, como que a espacialidade é apresentada na educação, os próximos passos da pesquisa serão estudos de como a espacialidade na astronomia aparecem nos documentos curriculares brasileiros, como a Base Nacional Comum Curricular e currículos estaduais. Com o objetivo de compreender a forma como a espacialidade evolui em diferentes ciclos da educação.

## REFERENCIAS

Brasil (1998). *Parâmetro curricular Nacional: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental*. Ministério da Educação, Brasília, D.F.

Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Fundamental*. Ministério da Educação. Brasília, D.F.

Camino, N (2016). Determinação Observacional do Analema. Projeto de Observação comum sulamericano. Documento apresentado no *IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, Goiás- GO, Brasil.

Ferreira, F. P. e Leite, C (2015). A forma e os movimentos da Terra: percepções de professores acerca das relações entre observação cotidiana e os modelos científicos. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia- RELEA*, 19, (123-146). doi: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2015.19>

Ferreira, F. P. (2013). A forma e os movimentos dos planetas do sistema solar: uma proposta para a formação do professor em astronomia. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil.

Lago, L., Andrade, R. de e Locatelli, R.(2017). *Astronomia no ensino de ciências da natureza*; Maurício Pietrocola (coordenador). -1. Ed. São Paulo, Brasil: Editora Livraria da Física.

Leite, C. (2006). Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade. Tese (Doutorado em Educação). Brasil, São Paulo-SP, Faculdade de Educação de São Paulo.

Leite, C. e Hosoume, Y. (2003). Percepção espacial do objeto: um estudo de sombras. Documento apresentado nos anais. Curitiba: CEFET-PR.

Leite, C. e Hosoume, Y.(2009). Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* [online], 8( 3), 797-811.

Matias, L. e Leite, C. (2011). Astronomia na Proposta Curricular de Ciências no Estado de São Paulo. Documento apresentado no *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, SNEF, Manaus-AM, Brasil.

Moraes, R. (1999). Análise de conteúdo. *Revista Educação*, 22(37), 7-32.

Robilotta, M. (1985) O Espaço na/da natureza da/na física. In: *Construção e realidade no ensino de Física*. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Thuillier, P. (1994) *Espaço e perspectiva no quattrocento*. In: *De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica*. p. 54-87 . Brasil, Rio de Janeiro-RJ: Jorge Zahar Editor.