

A LUA E SUAS FASES: ENTRE A DISPONIBILIDADE DE OBSERVAÇÃO E O DESAFIO DA COMPREENSÃO

 *Marcos Daniel Longhini*¹

Resumo: A Lua é um dos astros mais presentes em nosso cotidiano, e o ensino de suas fases está presente em livros didáticos, currículos oficiais brasileiros e estrangeiros e nas pesquisas em Educação em Astronomia. Todavia, as mesmas pesquisas apontam que é um dos assuntos mais difíceis de os alunos aprenderem. Portanto, esta pesquisa de cunho bibliográfico propõe responder: por que, apesar da disponibilidade de observação do fenômeno das fases da Lua, a compreensão de como ele ocorre se revela complexa, não só por alunos da Educação Básica e Superior, mas também por professores em formação e em serviço? Também buscou responder: em que aspectos, especificamente, essa espécie de dificuldade se revela? E que cuidados e orientações podem ajudar a explorar esse tema na formação dos estudantes e também dos professores? Os resultados indicaram dificuldades relacionadas a como os alunos interpretam a formação das fases, a influência dos livros didáticos e do trabalho com escalas, referencial e espacialidade. Os cuidados e orientações versaram acerca de como empregar a observação direta do astro, estratégias e materiais possíveis para o ensino do tema, como trabalhar com escalas e referenciais e a faixa etária indicada para trabalhar com ele.

Palavras-chave: Lua; Fases; Sistema Sol-Terra-Lua; Ensino; Aprendizagem.

LA LUNA Y SUS FASES: ENTRE LA DISPONIBILIDAD DE LA OBSERVACIÓN Y EL RETO DE LA COMPRENSIÓN

Resumen: La Luna es uno de los cuerpos celestes más presentes en nuestra vida diaria, y la enseñanza de sus fases está presente en libros de texto, currículos oficiales brasileños y extranjeros y en investigaciones en Educación en Astronomía. Sin embargo, las mismas encuestas indican que es una de las materias más difíciles de aprender para los estudiantes. Por ello, esta investigación bibliográfica se propone responder: ¿por qué, a pesar de la fuerte disponibilidad de observación diaria de las fases lunares, el tema es difícil de entender, no solo por los estudiantes de Educación Básica y Superior, sino también por los docentes en formación y en servicio? También buscó responder en que aspectos, específicamente, se revela este tipo de dificultad. ¿Qué cuidados y orientaciones pueden ayudar a explorar este tema en la formación de estudiantes y profesores por igual? Los resultados indicaron dificultades relacionadas con cómo los estudiantes interpretan la formación de fases, la influencia de los libros de texto y el trabajo con escalas, referencial y espacialidad. El cuidado y orientación fueron sobre cómo emplear la observación directa de la Luna, posibles estrategias y materiales para la enseñanza del tema, cómo trabajar con escalas y referencias y el grupo de edades indicado para trabajar con él.

Palabras clave: Luna; Fases; Sistema Sol-Tierra-Luna; Enseñanza; Aprendizaje.

THE MOON AND ITS PHASES: BETWEEN THE AVAILABILITY OF OBSERVATION AND THE CHALLENGE OF UNDERSTANDING

Abstract: The Moon is one of the most common celestial bodies in our daily lives, and the teaching of the Moon's phases is present in textbooks, Brazilian and foreign official curricula and researches in Astronomy Education. However, the same researches indicate it is a difficult subject for students to learn. Therefore, this bibliographical research proposes to answer: why, despite the availability of observation of the phenomenon of the phases of the Moon, the understanding of how it occurs proves to be complex, not only by students of Elementary, Middle and High-School Education, but also by teachers in training

¹ Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil. E-mail: marcos.longhini@ufu.br.

and in service? The research also looked for answer: in what aspects this kind of difficulty reveals itself? What care and guidance can help to explore this theme in the training of students and teachers alike? The results indicated difficulties related to the understanding of the phases by the students, the influence of textbooks and the work with scales, reference frames and spatiality. The precautions and guidelines indicated address how to employ direct observation of the Moon, possible strategies and materials for teaching the subject, how to work with scales and references and the age group indicated to work with it.

Keywords: Moon; Phases; Sun-Earth-Moon System; Teaching; Learning.

1 Introdução

O céu é uma espécie de ‘território’ democrático, uma vez que todos têm livre acesso a observá-lo. Todavia, sem um olhar atento ou mesmo curioso, nem sempre as pessoas percebem nele padrões ou identificam determinados astros, o que tem menos possibilidades de ocorrer tratando-se da Lua e de suas fases. Isso, porque nosso satélite natural, juntamente com o Sol e excetuando a Terra, é o astro com o qual os indivíduos têm contato diuturnamente. Assim sendo, vale considerar que em função de aspectos relacionadas à cultura humana, a educação das novas gerações não deve prescindir de compreender a respeito da Lua e como ela muda de aspecto regularmente.

Além disso, ainda que não só, o trabalho com a Lua em processos de ensino e aprendizagem pode desenvolver nos alunos uma sistemática de experimentação, observação e medição, algo que deve ser valorizado na educação escolar e que aproxima o ensinar ciências do fazer ciência. Benacchio (2001) destaca algumas ideias importantes quando se pensa na exploração da Lua como recurso instrucional. São elas: é grande no céu, como o Sol; logo, não necessita de instrumentos sofisticados para sua visualização. Aparece durante o dia e também à noite; assim, alunos de qualquer turno escolar pode explorá-la em tempo real. Distintamente do Sol, ela é um astro seguro para observação sem filtros especiais ou aparatos sofisticados. Mesmo em uma noite nublada, eventualmente ela ainda pode ser percebida. O mesmo autor ainda destaca que ela é útil para orientação e seu ciclo de 29 dias cabe dentro dos tempos escolares, como o bimestre, semestre ou ano letivo. A essa lista, acrescenta-se o fato de ela aparentemente cruzar o céu todo dia, ainda que em diferentes horários, e que em torno dela o ser humano criou uma ampla cultura relacionada à vida cotidiana, o que pode ser um valioso recurso para se iniciar o trabalho com o tema. Venville, Louisell e Wilhelm (2012) reforçam essa última ideia quando afirmam que aspectos sociais e experiências culturais influenciam no desenvolvimento de conhecimentos a respeito da Lua em crianças.

Obviamente que a relação indivíduo, cultura e Lua não ocorre somente nas crianças. Essas conexões perpassam diferentes idades. O estudo de Darroz et al. (2013) com 80 sujeitos de distintos níveis de instrução e faixa etária mostrou que eles manifestam ideias que ligam a influência da Lua a diversos aspectos do cotidiano, como a agricultura, o nascimento de bebês, as marés, o humor, a pesca e o desenvolvimento dos fios de cabelo, sendo este último o mais citado.

É considerável que a Lua exerce presença na vida de qualquer ser humano, ainda que ele nunca tenha se detido a estudá-la. Essas relações podem ser iniciadas, como apontado anteriormente, a partir de aspectos da cultura humana, como a associação a períodos de plantio ou nascimento de bebês, ainda que essa última relação

não evidencie resultados científicos, conforme mostra a pesquisa de Bueno, Iessi e Damasceno (2010). O mesmo vale para o caso dos bebês, quando Silveira (2003) debruçou-se em explorar a correlação das fases da Lua com o nascimento de crianças. Apesar da forte associação que as pessoas geralmente estabelecem, no estudo com 104.616 datas de nascimento, o autor não encontrou nenhuma evidência de que haja relação entre um período específico da fase com o maior ou menor número de bebês.

A presença da Lua como um elemento representativo da cultura de um povo também ocorre entre os indígenas. Caux (2018) mostra isso com os Araweté, localizados no médio curso do rio Xingu (PA), para os quais a Lua, ou Jahi, aparece sempre no mesmo período lunar e faz com que “a matéria acumulada no ventre das mulheres” (p. 9) desça, numa alusão direta com o ciclo menstrual.

Mudando para outro aspecto da vida em sociedade, quando nos debruçamos sobre a área educacional, também encontramos uma série de documentos com indicações de que a Lua e suas fases é um tema que deve estar presente nos currículos escolares, inclusive ser tratado em diferentes faixas etárias. No Brasil, aparece na unidade temática ‘Terra e Universo’ da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) e também nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (Brasil, 1997).

Em outros países, o cenário não é distinto. Kriner (2004), por exemplo, cita que as fases da Lua também são um dos conteúdos básicos do currículo da Argentina. Nos Estados Unidos, segundo Slater (2008), o *National Science Education Standards* e o *American Association for the Advancement of Science’s Benchmarks for Science Literacy*, que são documentos orientadores de currículos, também propõem o ensino de temas relacionados à Lua.

Em pesquisas no campo da Educação em Astronomia há também uma abundância de trabalhos sobre o tema. Em levantamento realizado por Langhi e Nardi (2010), as fases da Lua figuram entre os sete conteúdos mais recorrentes na pesquisa nacional e nos documentos oficiais da educação, considerado “astronomia essencial”. Para Lelliot e Rollnick (2009), é o segundo tópico de Educação em Astronomia mais investigado. O mesmo se confirma no levantamento bibliográfico realizado por Gonçalves e Bretones (2020), que mostrou a presença da temática em trabalhos envolvendo a Educação Básica e o Ensino Superior.

Na contramão da ênfase que é dada ao tema em documentos oficiais e currículos, Pasachoff (2002) faz afirmações polêmicas, como a que questiona se, de fato, deveríamos insistir no ensino de temas como fases da Lua ou mesmo estações do ano, ainda que tais ponderações sejam para alunos de cursos introdutórios de graduação². Ele considera que deveríamos avançar para assuntos atuais dentro da Astronomia, que trariam mais motivação e entusiasmo aos aprendizes, estimulando novas gerações a buscarem compreender mais sobre o universo.

Em que pese a argumentação de Pasachoff (2002), é inegável a presença do tema nos currículos escolares, nas pesquisas da área, na cultura popular e no céu de todo habitante desse planeta. Nesse sentido e, portanto, contrário à ideia do pesquisador, reforça-se a importância do ensino do tema, apesar da comumente ideia encontrada na literatura de que se trata de um dos assuntos mais difíceis de os alunos aprenderem (Stahly, Krockover & Shepardson, 1999; Saraiva, Silveira & Steffani, 2011; Lelliot &

² *Introductory College Astronomy Course.*

Rollnick, 2009), além de apresentarem ideias resistentes à mudança (Kavanagh, Agan & Sneider, 2005).

Essa ideia também surge em pesquisas com professores, como a de Trundle, Atwood e Christopher (2007) e Longhini e Mora (2010), que mostram que esse público também revela concepções alternativas sobre o tema. Assim como nos estudantes, Hermann e Lewis (2003) apontam que, mesmo após o trabalho com o assunto, alguns professores ainda mantêm concepções alternativas sobre a Lua e suas fases.

Contraditoriamente, como afirmam Trundle, Troland e Pritchard (2008), o ciclo das fases é o fenômeno mais familiar sobre a Lua, mas também o mais incompreendido. Na pesquisa realizada por Bisch (1998), tanto com professores quanto com alunos, a Lua foi o astro mais representado por eles, o que traz a mim uma indagação central, foco deste artigo: por que, apesar da disponibilidade de observação do fenômeno das fases da Lua, a compreensão de como ele ocorre se revela complexa, não só por alunos da Educação Básica e Superior, mas também por professores em formação e em serviço? Como desdobramento dessa questão central, apresenta-se duas outras: em que aspectos, especificamente, essa espécie de dificuldade se revela? E que cuidados e orientações podem ajudar a explorar esse tema na formação dos estudantes e também dos professores?

2 Metodologia de coleta e análise dos dados

Trata-se de uma pesquisa de cunho eminentemente bibliográfico, para a qual realizaram-se buscas em diferentes bases de dados. Inicialmente, partiu-se de periódicos da área de Educação em Astronomia e Educação em Ciências, os quais, potencialmente, são aqueles que podem trazer artigos relacionados ao ensino e aprendizagem das fases da Lua.

Realizou-se a busca inicialmente pelas palavras-chave ‘Lua e fases’, mas por temas afins, como ‘eclipse’, por exemplo. Os mesmos termos foram usados em língua inglesa para as bases de dados internacionais. Não se fez, de antemão, nenhuma restrição ao período da publicação dos materiais, uma vez que se considera que não se trata de um tema em que pode haver drásticas mudanças em função de o estudo ter ocorrido há décadas, por exemplo. Por vezes, a restrição se deu em função da não possibilidade de obtenção do material, pois os mais antigos artigos nem sempre se encontram em formato digital e não estão, portanto, nas bases disponíveis *on line*.

Os periódicos selecionados para a busca foram: *Astronomy Education Review* e a Revista Latino-americana de Educação em Astronomia (RELEA). No campo da Educação em Ciências, considerando que grande parte dos mais importantes periódicos da área encontram-se no Scielo³ e também no Portal de Periódicos Capes⁴/MEC, a busca foi feita através deles, usando as palavras-chave indicadas anteriormente. Também se consultou o Banco de teses e dissertações em Educação em Astronomia, com auxílio na busca previamente por estudos acerca da temática feita por Gonçalves e Bretones (2020) na mesma base.

³ *Scientific Electronic Library Online*.

⁴ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Os resultados não terão como foco aspectos quantitativos, uma vez que o propósito desta pesquisa tem enfoque essencialmente qualitativo. Os dados serão apresentados em eixos, os quais foram sendo construídos na medida em que se deu a revisão de literatura. Foram dois grandes eixos centrais: no primeiro deles buscou-se identificar na literatura o que se intitulou 'dificuldades na compreensão do tema'. No segundo, também com base nos materiais lidos, buscou-se trazer orientações a respeito de como trabalhar o assunto.

Subdividiu-se cada um dos eixos em outros menores, que foram expressos na forma de perguntas. Assim, esquematicamente, o texto a partir de agora está assim organizado:

Eixo 1: Dificuldades na compreensão do tema.

- a - Como a Lua muda de aspecto?
- b - Que horas encontramos a Lua?
- c - O que ensinam os livros?
- d - Quanto interferem, na compreensão das fases da Lua, as noções de referencial, espacialidade e escala?

Eixo 2: Orientações sobre como explorar o tema.

- a - Deve-se partir da observação direta do astro?
- b - Que estratégias e materiais devem ser usados para ensinar as fases da Lua?
- c - Que importância têm as escalas de dimensão e de distância entre os astros?
- d - O tema pode ser ensinado a estudantes de qualquer faixa etária?

3 Resultados obtidos

3.1 Eixo 1 - Dificuldades na compreensão do tema

3.1.1 Como a Lua muda de aspecto?

O primeiro desafio que o tema apresenta é justamente entender como uma porção da Lua se mantém iluminada ao passo que, simultaneamente, outra está escurecida. Agrega-se a isso o fato de que essas partes vão se alterando ao longo do tempo, que são, justamente, as fases. Isso não é algo óbvio, como mostram Iachel, Langhi e Scalvi (2008), em pesquisa com adolescentes entre 14 e 18 anos, quando revelaram que cerca de 40% deles não sabiam explicar as fases da Lua.

Uma explicação presente entre estudantes é simplesmente afirmar que existe mais do que uma Lua, cada uma guardando um aspecto diferente. Isso foi identificado no estudo de Bisch (1998) e também de Darroz et al. (2013).

Pode parecer intuitivo aos alunos argumentarem que se uma região está escura é porque alguma sombra, gerada por outro corpo, é projetada sobre ela. Via de regra,

julga-se que algum astro é que projeta sombra em outro. Esse é o modelo explicativo mais comumente encontrado, e isso não só entre estudantes, mas também entre docentes, sejam aqueles ainda em formação, seja os que estão em serviço. Esse modo de interpretar as fases é tão recorrente que alguns estudos o denominam de ‘explicação do eclipse’ (Stahly, Krockover & Shepardson, 1999) ou ‘mecanismo de eclipse’ (Subramanian & Padalkar, 2009), fazendo alusão ao fenômeno natural relativo ao sistema Sol-Terra-Lua (S-T-L).

Geralmente, quando aprendizes recorrem ao ‘mecanismo de eclipse’ para explicar as fases da Lua, a Terra é assumida como o astro que projeta sombra sobre a Lua, fazendo com que parte dela se torne escura. Esse tipo de concepção foi revelado por alunos da faixa etária entre 9 e 16 anos (Baxter, 1989), por mais da metade dos 122 licenciandos participantes do estudo de Schoon (1995), por professores (Trundle, Atwood & Christopher, 2002), por crianças italianas (Benacchio, 2001), por estudantes do Ensino Fundamental (Lago, 2013) e por professores em formação (Trundle, Atwood & Christopher, 2006), para exemplificar.

Outros planetas ou mesmo diferentes elementos, como nuvens, podem fazer a função de bloquear os raios solares, segundo concepção encontrada em outros estudos, como o de Bisch (1998), Trundle et al. (2010) e Venville, Louisell e Wilhelm (2012). Essa ideia tem sido encontrada não só em estudantes, mas também entre professores.

O modelo da obstrução é também evidenciado na pesquisa de Baxter (1989), com estudantes entre 9 e 16 anos de idade. O autor identificou cinco noções sobre como as fases da Lua ocorrem, sendo quatro delas associadas a sombras. Da primeira à quinta, elas representam uma espécie de crescente em direção à noção cientificamente aceita. São elas: 1 - As nuvens cobrem parte da Lua que nós não podemos ver; 2 - Planetas projetam sombras na parte da Lua que nós não podemos ver; 3 - A sombra do Sol é projetada na Lua, e isso bloqueia nossa visão dela; 4 - A sombra da Terra é projetada na Lua, e isso bloqueia nossa visão dela; 5 - Uma porção do lado iluminado da Lua é visível da Terra. Segundo Baxter (1989), a mais comum de ser encontrada entre os alunos é a noção 4, presente em todas as faixas etárias.

O que se verifica nesses resultados é que deve existir algo que leva os alunos a explicarem as fases empregando a formação de sombras provinda de algum astro ou o chamado ‘mecanismo de eclipse’. Parte-se de duas hipóteses para o fato: uma que reside no próprio fenômeno do eclipse e outra, ainda que estreitamente relacionada à primeira, que diz respeito à compreensão de como se formam as sombras.

Sobre a primeira hipótese, verifica-se que nem sempre está clara para os alunos a diferença entre fases da Lua e eclipses, pois muitos entendem que ambos são causados pelo mesmo fenômeno, conforme afirmam Kitzberger, Bartelmebs e Rosa (2019), assim como Iachel, Langhi e Scalvi (2008), em pesquisa com adolescentes entre 14 e 18 anos. Benacchio (2001) encontrou dados na mesma direção, quando constatou que estudantes assumem que eclipses da Lua são um caso particular de fase. Levanta-se, portanto, a suposição de que a compreensão de aspectos relacionados aos eclipses lunares ocorre de modo mais fácil do que a das fases, e isso pode estar ligado a alguns fatores. Essa ideia é reforçada pela pesquisa de Machado e Santos (2011), realizada com 561 alunos do Ensino Fundamental e Médio, sobre o que eles conheciam acerca de diversos conceitos de Astronomia. Os melhores resultados se deram em relação ao entendimento de como ocorre o eclipse, em especial, o lunar.

Um fator que pode tornar os eclipses de mais fácil compreensão pode estar associado à própria divulgação que há em torno desse fenômeno, se comparado às fases da Lua, que é um acontecimento ordinário. Para Suzuki (2003), a forte presença da explicação das fases da Lua baseada em sombras pode ser atribuída, em parte, à publicidade dada à Lua durante os eclipses lunares. Para Bennett et al. (2012), tanto o eclipse solar quanto o lunar são eventos que chamam a atenção do público, além de serem de fácil observação e amplamente noticiados na mídia.

Além da divulgação, os eclipses podem guardar uma carga emotiva pela experiência que propiciam. A pesquisa de Camino e Paolantonio (2017), por exemplo, resgatou memórias sobre eclipses solares vivenciados por pessoas idosas, e revela como esses eventos foram significativos, justamente porque, apesar de serem fenômenos naturais, guardam aspectos emotivos por terem sido experienciados de modo coletivo e por serem uma experiência nova e emocionalmente excitante. Tomando esse paralelo, pondera-se que os eclipses lunares, apesar de ocorrerem com maior frequência que os solares, também são noticiados e até explicados pela mídia, o que pode levar as pessoas a olharem com mais atenção para a Lua ou se interessarem pelo tema. Nessas situações, estamos, de fato, lidando com eventos relacionados à sombra de um astro sendo projetada em um outro. Mas no caso das fases, o processo é outro. Além de ocorrerem continuamente e corriqueiramente, pondera-se que quando necessitam ser explicadas, são empregados os aspectos relativos à sombra de algum astro sobre outro, tomando alguma semelhança com os eclipses, portanto.

A segunda hipótese a respeito do amplo emprego do ‘mecanismo de eclipse’ para explicar as fases reside no fato de ele envolver sombras. Nesse caso, se discutirá acerca da formação da ideia de sombra no aprendiz. Um dado que reforça essa segunda hipótese é o fato de que crianças mais jovens tendem a não explicar as fases da Lua com base no ‘mecanismo de eclipse’, conforme dados apresentados por Wilhelm (2014), assim como Stahly, Krockover e Shepardson (1999). Em suas pesquisas com crianças com idade inferior a 9 anos, não há a presença de tal modelo explicativo. Para Plummer (2009), as crianças mais jovens tendem a explicar as fases da Lua em termos de movimento de nuvens, enquanto as mais velhas e os adultos, inclusive professores, usam o modelo da sombra da Terra ou do eclipse. Para Wilhelm (2014), isso ocorre porque as crianças mais jovens possuem uma compreensão mais simples sobre o próprio conceito de sombra. Em trabalho anterior, o mesmo pesquisador identificou que alunos entre 6 e 8 anos explicam que a Lua muda de aparência porque partes dela são escondidas pelo céu, ou atribui a elas qualidades animadas, com vontade própria para a mudança (Wilhelm, 2014). Logo, tais dados corroboram a eventual hipótese de que a forte presença do ‘mecanismo de eclipse’ relaciona-se com a gênese da ideia de sombra no indivíduo, e isso varia em função da faixa etária do aprendiz.

As crianças tendem a revelar uma concepção substancialista a respeito da sombra, ou seja, acreditam, conforme afirmam Gonçalves e Carvalho (1995), que ela é algo material que emana no próprio objeto. Além disso, também explicitam a concepção, segundo Galili e Hazan (2000) e Gonçalves e Carvalho (1995), de que a sombra do objeto representa sua forma, do mesmo modo que a imagem em um espelho expressa fielmente o objeto. Na mesma linha, Djanette e Fouad (2014) apontam que para os aprendizes a sombra é algo que existe no objeto e ela se forma tal qual uma imagem dele. Ou ainda, conforme afirmam Domaschenz, Collett e Wells (2010), ela é

forçada para fora do objeto pela luz, como se fosse algo concreto que dele pudesse emergir.

A partir de tais dados, alguns questionamentos são tecidos. Por exemplo, quando caminhamos em local aberto em um dia ensolarado, podemos reconhecer o formato do nosso corpo no chão. Essa é uma experiência que podemos vivenciar desde os primeiros anos de vida. Assim, como é de esperar que um aluno não assuma, como explicação mais imediata, que uma sombra circular não deve ser originada de um objeto também redondo, como um planeta ou mesmo a Terra? Todavia, no caso das fases da Lua, a região do astro que vemos sem iluminação não é resultado da sombra de um outro corpo projetada sobre ela, o que torna ainda mais complexo imaginar como pode haver sombras sem a interceptação da luz por algum outro objeto. Logo, emerge um novo questionamento: como a Lua pode criar sombra em si, quando o que se percebe no cotidiano, via de regra, é a sombra fora do corpo, como se dele emanasse? Como a Lua é um corpo tridimensional e opaco, ela pode ter regiões iluminadas e sem iluminação, dependendo de como ela se posiciona em relação à Terra e ao Sol. Mas disso decorre um novo desafio, pois quando vista a distância, como é o caso de quem está na Terra, perdemos a noção de um corpo tridimensional e ela se assemelha a um disco bidimensional (Leite, 2006). Logo, pode fazer pouco sentido para o estudante que uma mesma face desse “disco” possa ter uma região iluminada e outra no escuro.

Essa síntese de resultados mostra a teia de relações que a compreensão das fases da Lua tem, uma vez que está associada não somente ao movimento dos astros envolvidos, mas também a mecanismos físicos, como os relacionados à formação de sombras.

3.1.2 Que horas encontramos a Lua?

Apesar de nosso satélite natural estar todo dia presente no céu, nem sempre as pessoas parecem se dar conta disso. O olhar parece estar focado em outras atividades da vida cotidiana e pouca atenção parece ser dada à Lua, em especial, quando se trata do período claro do dia, e as pesquisas da área reforçam essa informação. Por exemplo, em uma atividade proposta por Simon (2016) a respeito da Lua, a autora notou a dificuldade dos alunos, justamente pela falta de hábito de observar o céu, inclusive à noite.

Há uma série de prováveis motivos pelos quais há pouca observação do céu, inclusive, da Lua. Benacchio (2001) destaca vários problemas que dificultam a compreensão de aspectos relacionados ao céu por parte dos alunos, dentre eles, os associados ao nosso satélite natural. Ele cita a poluição luminosa das cidades, que torna o céu ‘invisível’, além da influência de mídias, como TV ou jogos eletrônicos, nos quais as imagens mudam rapidamente, diferentemente do céu, em que o movimento é lento, ou seja, é uma velocidade com a qual os estudantes não estão acostumados a lidar. Além disso, segundo o mesmo autor, vivemos um momento de valorização somente do “espetacular”; então assuntos como buracos negros ou explosões estelares são vistos como mais interessantes, ao passo que fenômenos que requerem tempo ou observação, como é o caso das fases da Lua, são considerados tediosos ou desnecessários.

Consequência disso, em parte, é a elaboração das mais diversas concepções sobre em que horários é possível encontrar a Lua visível, muitas delas, em desacordo

com a realidade. Há estudantes que nem mesmo percebem que a Lua nasce e se põe todo dia, como foi o caso de 1/3 dos 36 professores em formação inicial, investigados por Ogan-Bekiroglu (2007). Todavia, a concepção prévia mais fortemente identificada é aquela associada à presença da Lua somente no céu noturno, inclusive também entre professores, como revelou o estudo de Suzuki (2003) com docentes japoneses.

Numa pesquisa com estudantes de anos iniciais, Starakis e Halkia (2010) identificaram que a ideia prevalente entre eles também é a de que a Lua só é visível à noite. Durante o dia, eles afirmam que ela somente pode ser vista em torno do nascer ou do pôr do Sol. Quando perguntados onde está a Lua ao meio-dia, por exemplo, eles explicam que ela se encontra do outro lado da Terra, escondida ou bem longe de nós. Decorre daí o modelo de que Lua e Sol ocupam posições antagônicas no céu. Tais explicações, segundo os autores, estão associadas à própria maneira como os estudantes entendem o mecanismo que dá origem aos dias e as noites.

O mesmo tipo de explicação foi encontrado por Vosniadou e Brewer (1994) e Bisch (1998), ou seja, os estudantes associam o dia com o Sol e a noite com a Lua e as estrelas. Logo, Sol e Lua estão em lados opostos da Terra, sendo que quando um aparece o outro desaparece. A isso Vosniadou e Brewer (1994) deram o nome de ‘modelo hidráulico’.

Em face desses resultados, os alunos podem julgar que é infrutífero buscar a Lua nos horários em que o Sol ainda está presente, o que pode causar até certo espanto ao constatarem que ela é possível de ser vista mesmo nessa situação.

Por fim, ainda que estudantes superem a ideia de que a Lua só pode ser encontrada no céu noturno, relacionar as fases com a hora e a localização no céu ainda não é uma tarefa trivial, até mesmo para estudantes universitários. É o que confirma a pesquisa de Saraiva, Silveira e Steffani (2011) com estudantes do curso de Física, por exemplo.

Em linhas gerais, o que os resultados nos mostram é a pouca clareza dos alunos sobre os horários em que a Lua está visível no céu, dando destaque para sua presença à noite, quando, de fato, ela se torna mais evidente. Isso, no entanto, não impede que uma observação atenta ou mesmo sistematizada do céu pelos estudantes e até mesmo por professores leve-os a encontrá-la nos mais diferentes horários, inclusive naqueles em que o Sol também está presente no céu. Atividades com tal teor podem, inclusive, valorizar aspectos para além dos meramente conceituais, como destacam Pozo e Crespo (2009), abordando conteúdos de natureza procedimental, inerentes ao campo das ciências naturais.

3.1.3 O que ensinam os livros?

Pelo fato de as fases da Lua ser um tema presente na atual Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), é de se esperar que ele apareça nos materiais didáticos usados por professores e alunos, em especial nos livros, sejam eles didáticos ou mesmo paradidáticos. Eles podem acabar, por exemplo, influenciando a percepção que estudantes têm sobre a Lua. Trundle et al. (2010) mostram que a fase mais desenhada pelos participantes de seu estudo (6º ao 8º ano) é o quarto minguante, além da Lua cheia. Justamente, essas são as imagens mais comumente encontradas nos livros didáticos daqueles alunos. Na mesma linha de raciocínio, Trundle, Troland e Pritchard

(2008) afirmam que muitas crianças têm o primeiro contato com as fases da Lua através de figuras em livros de literatura, muitos deles de ficção, como é o caso dos paradidáticos. O estudo com dezenas destas obras mostrou uma série de inconsistências entre o que estava presente nos textos e as imagens ilustrativas. Isso pode ocorrer, segundo os mesmos autores, porque nem sempre o ilustrador das obras tem contato com o autor do texto. As consequências podem ser o reforço em explicações equivocadas por parte dos alunos.

Assim, cabe questionar: qual o grau de acurácia com que as fases da Lua são apresentadas nos livros? Ou ainda, de que forma o tema é apresentado neles?

Em que pese a qualidade dos livros didáticos, alguns cuidados precisam ser tomados, uma vez que há limitações ao se explorar o tema empregando esse recurso material. Eles são de diversas ordens, como problemas de representação em escala de distâncias e tamanhos dos astros envolvidos, falta de emprego de diferentes referenciais e impossibilidade de apresentação de um fenômeno tridimensional em uma plataforma bidimensional. A seguir, cada um desses cuidados será discutido.

Sobre as escalas, a atenção deve dar-se em relação às figuras representadas. Taylor e Grundstrom (2011) analisaram como Terra e Lua são ilustradas em livros didáticos, mas não só, também em materiais da internet, que podem ser outra fonte de consulta para estudantes e professores. Eles encontraram que em grande parte dos livros a Lua é cerca de 1,5 vezes maior se comparada à figura da Terra. A Lua também é representada maior do que proporcionalmente é em muitos materiais disponíveis na rede. A mesma distorção vale para distâncias: nos livros, a Lua é representada estando cerca de 23 vezes mais perto do que é, enquanto que nos materiais da rede, ela aparece aproximadamente 14 vezes mais próxima da Terra. Para os autores, essas representações acabam influenciando no ensino deste fenômeno.

O referencial adotado para representar as figuras nos livros deve ser um outro aspecto merecedor de cuidado. Segundo Lago (2013), as obras didáticas privilegiam representações das fases da Lua a partir do ponto de vista de um observador fora da Terra, sendo pouco comum encontrar ilustrações a partir de um observador na superfície de nosso planeta, ou seja, num referencial topocêntrico. Kavanagh, Agan e Sneider (2005) afirmam que é recorrente encontramos livros didáticos com imagens da Terra e Lua em que nosso planeta é visto por sobre o Polo Norte, e nosso satélite natural é representado em quatro posições distintas em seu ciclo. Paralelamente, costumam completar com fotos que mostram o aspecto da Lua quando visto da superfície da Terra nas respectivas posições. Esses esquemas requerem que o aluno se coloque simultaneamente num referencial externo e na superfície do nosso planeta para entenderem o fenômeno, o que é pouco intuitivo. E essa dificuldade acontece não só com crianças, mas até mesmo com adultos.

Por fim, um outro aspecto que precisa ser visto com cautela são as tentativas de explicar algo que é essencialmente tridimensional, mas empregando um recurso que é eminentemente bidimensional, que são as páginas do material impresso. Lago (2013) faz menção em sua dissertação a um estudo realizado por ele em cerca de 60 livros didáticos investigando como eles abordam as fases da Lua. Os dados indicaram que eles trazem sempre esquemas considerados problemáticos, segundo o mesmo autor. Para Dove (2002), há de se superar a baixa qualidade e os diagramas inadequados dos livros didáticos, uma vez que, para compreender as fases da Lua, é necessário um pensamento

tridimensional. O autor afirma que livros didáticos empregam figuras bidimensionais do sistema S-T-L que geram ambiguidades, principalmente quando os alunos são solicitados a mudarem de perspectiva.

Também ressalta-se, com base na pesquisa de Leite (2006), que não se consegue elaborar uma ideia tridimensional dos astros a partir de uma única imagem deles. Para isso, é necessário que se reconheça como se dá o movimento de tais astros, como é o caso da Lua, para que se possa compor uma imagem tridimensional deles. Todavia, segundo a autora, ao leitor acaba sendo deixada a tarefa de articular as imagens bidimensionais dos livros a objetos tridimensionais, o que está longe de ser algo simples.

Ressalta-se, aqui, que não se quer afirmar que toda obra apresenta limitações como as aqui apontadas, exceto pela representação bidimensional do material impresso, que é uma característica inerente ao recurso. O que se busca reforçar com essa discussão é a impossibilidade de cobrir o ensino do tema empregando somente os livros, tendo em vista tais características. Ainda que se figurem como um recurso amplamente distribuído às escolas do país, é preciso que o docente tenha ciência de tais limitações e cuidados.

3.1.4 Quanto interferem, na compreensão das fases da Lua, as noções de referencial, espacialidade e escala?

Pondera-se que a compreensão por parte do aprendiz acerca de como e quando acontecem as fases da Lua requer dele lidar simultaneamente com três elementos, os quais serão designados por *aspectos conceituais*, *estrutura* e *movimento*. Sobre o primeiro deles, é importante, por exemplo, que o estudante conheça o período de translação da Lua em torno da Terra, ou mesmo que o Sol é a fonte de luz e que a Lua não tem iluminação própria. Da *estrutura*, deve saber a maneira que está disposto o sistema S-T-L. Por fim, no que diz respeito ao *movimento*, necessita imaginar esse sistema de forma dinâmica. Perpassando esses três aspectos, acrescenta-se que o aprendiz deve conhecer a proporção de tamanhos e de distâncias entre os astros envolvidos (escala); necessita compreender que se trata de corpos tridimensionais, dispostos num espaço também tridimensional (espacialidade) e, por fim, precisa perceber que a fase como a Lua é vista depende de que local do referido sistema ela está sendo observada (referencial). Obviamente que juntar todos esses aspectos faz do tema um provável desafio a alunos e professores. Cada um desses elementos será discutido na sequência.

O primeiro aspecto é relativo à escala envolvida. Não se assume, aqui, que os aprendizes devam saber valores numéricos de distâncias entre os astros ou de seus diâmetros, mas que na quase ausência de uma ideia de quão distantes estão ou de que tamanho relativo possuem, podem surgir concepções distorcidas sobre como as fases da Lua acontecem. Afinal, se um astro possui dimensão puntiforme comparativamente a outro, é de se esperar que seja muito difícil que regiões claras ou escuras possam ser percebidas em sua superfície. Do modo oposto, se sua dimensão for superestimada, é plausível imaginar que aquele astro pode afetar a formação das fases porque, devido ao seu tamanho, tem grandes chances de ser um anteparo à luz solar, como é comum atribuir à Terra em relação à Lua.

Essas reflexões são reforçadas pelos dados obtidos por Bisch (1998), quando revelou que o modelo de universo explicitado por alunos e professores em seu estudo é marcado por um espaço mais qualitativo do que quantitativo; logo, noções de distância, tamanho e proporção são desconsideradas, e isso faz com que Sol, Terra e Lua sejam entendidos como astros muito próximos entre si e de dimensões semelhantes. Conforme destacado anteriormente, avalia-se que isso influencia diretamente nas relações entre eles. Logo, materiais didáticos ou mesmo os professores precisam estar atentos às escalas empregadas.

Outro aspecto referido foi a espacialidade, algo que nem sempre é de fácil visualização pelos aprendizes. O estudo de Fraknoi, Robbins e Smith (1978) citado por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), além de Leite (2006), mostram o quanto é desafiador para os alunos imaginarem as fases da Lua, mesmo que para isso eles tomem um ponto de vista externo ao planeta e empreguem algum modelo tridimensional. Na mesma corrente, o trabalho de Suzuki (2002) mostrou que estudantes dos anos iniciais revelam dificuldades em visualizar o modelo S-T-L em três dimensões.

Em certa medida, é até compreensível que os alunos não enxerguem tais astros em sua forma tridimensional, estando todos ‘presos’ à superfície da Terra. Isso fica reforçado pelos dados da pesquisa de Bisch (1998), na qual crianças entre 6 e 14 anos desenharam e construíram modelos da Terra, da Lua e do Sol. Entre as crianças mais jovens, mas também entre professores, há representações bidimensionais da Lua, como se ela fosse um disco, o que, segundo o autor, de fato acaba por corresponder ao que o sentido da visão nos indica. Isso acontece porque, devido à distância que o astro se encontra de nós, não conseguimos visualizá-lo como um corpo tridimensional. Da mesma forma que o Sol, no qual perdemos a noção de profundidade, a ideia de que tais astros são esféricos é algo conceitual, como destaca Bisch (1998), uma vez que não os percebemos assim.

Essa ideia também é discutida na pesquisa de Leite (2006), ou seja, os conhecimentos espaciais, os quais acabam por ser intuitivos ou naturais, tornam-se muito mais difíceis de serem aprendidos quando mudamos as distâncias e os tamanhos dos elementos envolvidos. O olho humano explora bem o espaço próximo, mas os dados tornam-se ambíguos e confusos quando trabalhamos com grandes distâncias. Assim, a autora destaca que “é imprescindível aprender a ver” (p.25), uma vez que, com base em Piaget, ela destaca que não nascemos com o conceito de espaço tridimensional, mas que é uma construção humana.

Possivelmente, esse é um dos aspectos que torna o tema fases da Lua um dos mais complexos de ensinar e difícil de aprender, como afirma Kriner (2004), pois entram em cena o domínio de aspectos espaciais, como frisa a autora. Além disso, se considerarmos o emprego somente de materiais didáticos como livros, a dificuldade pode aumentar. Para Leite (2006) e Kattner, Burrows e Slater (2018), a compreensão das fases da Lua passa pela mudança de um sistema referencial bidimensional com imagens estáticas, como aquelas presentes em muitos livros, para um sistema tridimensional e em movimento. Isso demanda dos alunos, segundo os últimos autores, “forte habilidade espacial” (p. 9).

Nessa linha de raciocínio, os estudos de Parker e Heywood (1998) e Pena e Quilez (2001) acreditam que a dificuldade na aprendizagem de temas relacionados à Lua deve-se à não familiaridade com óptica, geometria da luz e perspectiva, o que vai

na mesma direção do que aponta o documento estadunidense *Benchmarks for Science Literacy* (1993), citado por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), assim como o *American Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1993), citado por Cheon et al. (2013).

Por fim, o terceiro aspecto destacado diz respeito ao referencial a partir do qual a Lua é observada. Via de regra, conforme apontado anteriormente, vemos esquemas explicativos sobre as fases que tomam um ponto de vista externo à Terra, representando os três astros envolvidos. No campo da Educação em Astronomia, poucos estudos focam em investigar aspectos relacionados à Lua com base na observação a partir da superfície da Terra (Cheon et al. 2013).

Obviamente que um local fora da Terra não é a perspectiva cotidiana do observador, o que, segundo Black (2004), citado por Kiroğlu, Türk e Erdoğan (2019), cria dificuldades na compreensão do fenômeno. Em contrapartida, o ponto de vista na superfície da Terra acaba sendo pouco valorizado, como destacam Simon (2016) e Gonçalves e Bretones (2020). Todavia, o referencial topocêntrico pode ser um ponto de partida para o trabalho com as fases da Lua, como mostraram Gonçalves e Bretones (2021) num trabalho com crianças dos anos iniciais, quando apontam que esse referencial pode trazer elementos para o desenvolvimento de explicações espaciais no decorrer da escolarização básica.

Para Black (2004), citado por Mulholland e Ginns (2008) e por Camino (1995), a compreensão das fases da Lua está entre os temas de mais difícil compreensão por se tratar de um fenômeno que envolve um corpo que está no espaço, mas que é visto de uma posição fixa na superfície da Terra, ou seja, a partir de um referencial topocêntrico. Superar esse desafio demandaria dos estudantes visualizar o fenômeno de referenciais distintos, como destacam Mulholland e Ginns (2008) e Suzuki (2003).

De modo geral, o que se avalia com base em tais resultados é que a compreensão das fases passa por articular, simultaneamente, aspectos como a mudança de referencial e perceber como isso afeta o resultado do que se observa, estando isso relacionado a um sistema em movimento e que guarda proporções entre os astros envolvidos.

3.2 – Eixo 2 - Orientações sobre como explorar o tema

3.2.1 Deve-se partir da observação direta do astro?

Sem sombra de dúvidas, estudantes estão diante de um fenômeno passível de ser observado e acompanhado de modo sistemático, o que propicia identificar padrões de repetição a respeito dele. Isso, inclusive, reforça uma das habilidades quando se ensina Astronomia, segundo Kattner, Burrows e Slater (2018), qual seja, acompanhar fenômenos que demoram tempo para se desenvolver.

Simon (2016) destaca que, apesar de a Lua ser acessível à observação, essa prática tem sido esquecida, ou como ressaltam Iachel, Langhi e Scalvi (2008), há uma falta de hábito de observação do céu pelos alunos. Isso poderia ser revertido ajustando o currículo para práticas de investigação centradas nos alunos, como enfatizam Lelliot e Rollnick (2009). Ou seja, há a defesa de que observar a Lua deveria ser uma ação

obrigatória antes de “medir” o céu e de introduzir modelos do sistema S-T-L, como se costuma fazer, segundo afirma Benacchio (2001).

Obviamente que essa observação do astro em um ambiente natural só é possível a partir do referencial em que estamos, ou seja, a superfície da Terra. Isso não só é uma condição, mas também pode trazer benefícios na aprendizagem do tema, desde que incentivada e acompanhada. Há um rol de estudos que mostram isso, como Schoon (1992), Jones, Lynch e Reesink (1987), Lago (2013), Lago, Ortega e Mattos (2018), Gonçalves e Bretones (2020), por exemplo.

Starakis e Halkia (2010) sugerem que haja a observação direta do céu, acompanhando o nascimento da Lua 50 minutos mais tarde a cada dia. Isso, segundo os autores, poderia ampliar a aquisição de conhecimento científico para os alunos e ajudá-los a entender que a Lua não está relacionada com o fenômeno do dia e da noite, como costumeiramente se acredita, uma vez que os aprendizes a encontrariam, fadidamente, também durante o dia.

Na mesma linha, Kavanagh, Agan e Sneider (2005) concluem que os resultados se mostram mais efetivos quando os estudantes são submetidos a situações nas quais eles são encorajados a fazer suas próprias observações e a usar modelos para descobrir explicações, mais do que se somente ficassem presos a livros didáticos com figuras e esquemas bidimensionais. Também Lago, Ortega e Mattos (2018) relatam resultados positivos na aprendizagem do modelo científico de luação a partir de uma atividade de observação e registros sistemáticos da Lua com alunos do nono ano do Ensino Fundamental. Não se pode deixar de ressaltar que esse tipo de prática pode ajudar no desenvolvimento de conteúdos de natureza procedimental (Pozo e Crespo, 2009), conforme apontado anteriormente.

A mesma orientação vale para professores em formação. Abell, George e Martini (2002), trabalhando com licenciandos, reforçam a necessidade da observação da Lua dia após dia, para que associem as fases com o que de fato acontece no cenário real. O estudo de Mulholland e Ginns (2008), também com professores em formação, mostrou ganhos na compreensão das fases da Lua quando eles implementaram atividades que envolviam a observação direta do astro, além do uso de modelos que simulam cenários tridimensionais.

Todavia, pondera-se que somente a observação não oferece a explicação científica a respeito de como ocorrem as fases. Darroz et al. (2013), num estudo com 80 sujeitos de diferentes faixas etárias e níveis de instrução, mostraram que apenas 15% conseguiram explicar o fenômeno das fases da Lua, ainda que metade deles tivesse o hábito de observar diariamente a Lua. Evidentemente, ainda que a observação seja uma aliada importante no processo de aprendizagem, para a compreensão do fenômeno entram em cena outros elementos, como aqueles associados à óptica e à geometria, por exemplo. Assim, entende-se, da mesma forma que Simon (2016), que ainda que se deva, sim, valorizar ou até mesmo começar o ensino do tema pela observação sistemática da Lua, é necessário que ela seja aliada a outros recursos, como modelos tridimensionais, por exemplo.

3.2.3 Que estratégias e materiais devem ser usados para ensinar as fases da Lua?

Por vezes, pode haver uma espécie de consenso de que para o ensino de determinados temas é necessário empregar modelos materiais, principalmente os que simulam situações tridimensionais. No caso da Astronomia, isso pode ser ainda mais enfatizado, considerando ser uma área na qual os estudantes não podem manipular diretamente parte de seu objeto de estudo, que são os astros. Logo, é quase intuitivo imaginar que podemos empregar uma bola de isopor para representar a Lua, assim como um globo para a Terra e uma fonte de luz para o Sol. De fato, avalia-se que esse pode ser um caminho tomado para ensinar certos assuntos, mas é preciso cuidado ao imaginarmos que esses recursos bastam por si sós. Corroborando essa afirmação, Benacchio (2001) destaca que alguns fenômenos astronômicos são tidos pelas escolas como óbvios ou autoexplicativos, como é o caso da Terra redonda. Logo, segundo ele, é preciso atenção ao julgarmos que bastaria usar um material, como um globo, por exemplo, para que os alunos entendessem a respeito da forma do nosso planeta. Avalia-se que a mesma associação ingênua possa se dar em relação às fases da Lua.

Todavia, apontam-se vantagens que o emprego de estratégias e de modelos tridimensionais podem trazer ao ensino das fases da Lua, em especial no que se refere a dois aspectos centrais: a formação de sombras e a mudança de referencial. Destaca-se, ainda, que o emprego de modelos pode fazer com que esses dois aspectos sejam perpassados por um terceiro, que é a espacialidade, já comentado anteriormente.

No que se refere à formação das sombras, o documento estadunidense *Benchmarks for Science Literacy* (1993), citado por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), ressalta que a dificuldade dos alunos em entenderem as fases da Lua está menos associada à familiaridade deles com o fenômeno em si e mais relacionada à falta da compreensão de aspectos acerca da geometria da luz e da visão. Logo, considera-se que inicialmente esse seja o foco de atuação do docente, ou seja, explorar aspectos relativos à formação das sombras, até mesmo pela forte presença do “modelo de eclipse”, conforme discutido anteriormente. Mulholland e Ginns (2008) reforçam essa afirmação quando apontam que trabalhar a formação de sombras no contexto das fases da Lua revelou ganhos na aprendizagem dos alunos no sentido de sair do modelo chamado por eles de “explicações eclípticas”.

Seguindo essa linha de raciocínio, traz-se como hipótese que os eclipses poderiam ser um tema explorado antes das fases da Lua, até mesmo pelo seu potencial como agente mobilizador para atividades de ensino, como mostra Langhi (2009). Também, porque eles estão associados à projeção de sombras de um astro sobre outro, o que não ocorre com o processo de formação das sombras no caso das fases lunares. Essa distinção é que precisa ser compreendida pelos alunos e, nesse sentido, especula-se que trabalhar com modelos tridimensionais possa trazer algum ganho no ensino dessa diferença.

Portanto, se o professor usa um objeto tridimensional e extenso em um local onde há uma fonte de luz especificamente localizada, e dependendo de onde esse objeto for posicionado, é possível perceber que partes dele podem não ser iluminadas e isso não ocorre devido à obstrução da luz por algum outro objeto, mas se dá em função da própria forma do corpo ou de sua posição em relação à fonte, que é o mesmo que ocorre

com as fases da Lua. Nessa mesma situação hipotética, pode-se deliberadamente fazer com que uma porção desse corpo fique escurecida obstruindo a luz emitida pela fonte com algum outro objeto e, nesse caso, teremos o mecanismo de eclipse, por exemplo.

Ainda a respeito do trabalho com sombras, há um outro aspecto importante a se considerar, e que se calcula poder ser explorado por meio de recursos materiais. Trata-se de como a luz se propaga. Conforme discute Lago (2013), quando um objeto está em um ambiente iluminado ou até mesmo pouco iluminado, ele é visto por inteiro devido à reflexão difusa da luz, ou seja, ela vem de uma fonte, incide nas superfícies do ambiente e reflete em todas as direções, iluminando o objeto. Todavia, quando pensamos no caso da Lua e do Sol, a luz vem especificamente de uma única direção, que é onde se encontra o Sol, e não há reflexão difusa; isso faz com que a Lua não seja completamente iluminada, como costumamos perceber no exemplo do objeto. Esse é outro aspecto que pode ser explorado com uso de modelos tridimensionais e de ambientes onde a posição da fonte de luz pode ser controlada.

Refletindo sobre essas questões, considera-se que o ensino das fases da Lua apresenta vantagens e desvantagens, ou seja, se por um lado os alunos têm fácil acesso à localização do nosso satélite natural, por outro, eles a enxergam como um objeto extenso, diferentemente dos demais astros, que vemos como pontos e, portanto, sem dimensão. Isso faz com que eles percebam sombras e formas em sua superfície, o que acarreta maior complexidade em explicar os mecanismos pelos quais estas sombras são geradas.

Outro aspecto ressaltado inicialmente é sobre o emprego de recursos no trabalho com a mudança de referencial do observador. O nosso referencial natural é aquele na superfície da Terra, o topocêntrico, mas dispondo de meios, dentre eles, programas computacionais de simulação (Lelliot & Rollnick, 2009), é possível nos imaginar em outros locais do espaço para buscarmos entender o fenômeno, como em um ponto de vista externo ao sistema S-T-L, por exemplo.

A mudança de referencial do observador também pode ser feita empregando bolas que representam os astros, desde que se atente quanto a escalas, por exemplo, como alertam Lelliot e Rollnick (2009). Outro cuidado é indicado por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), principalmente se for o professor quem toma uma bola e a ilumina com alguma fonte de luz. O que acontece nessa situação é que o ponto de vista de cada estudante será diferente daquele do docente, e cada um perceberá uma porção diferente da bola sendo iluminada.

Independentemente do recurso e da estratégia, eles podem colocar o aprendiz numa posição externa ao sistema S-T-L, o que, segundo Kriner (2004), auxilia o estudante na compreensão de como ocorrem as fases. É possível até mesmo propor modelos tridimensionais para simulá-las, como o proposto por Saraiva et al. (2007). A ideia dos autores é a construção de uma caixa escura e dentro dela uma esfera representando a Lua. A caixa tem um orifício que recebe luz de uma lanterna e os demais orifícios são por onde os estudantes observam os aspectos que a esfera vai assumindo, a depender da posição do observador. É um recurso que recupera o ponto de vista do observador terrestre.

Isso revela que os modelos tridimensionais podem agir como ferramentas que auxiliam os aprendizes a variarem o ponto de vista, percebendo o fenômeno tal qual

visto da Terra e, simultaneamente, enxergá-lo de fora dela, o que pode propiciar uma compreensão mais ampla de como ele ocorre.

Tanto os recursos que propiciam a exploração das sombras quanto aqueles em que o referencial pode ser modificado devem estar aliados à representação tridimensional do fenômeno, ideia essa reforçada pelo estudo australiano de Jones, Lynch e Reesink (1987). Bisch (1998) também aponta a necessidade de trabalharmos atividades envolvendo modelos tridimensionais, nos quais os alunos possam perceber noções de profundidade e que a aparência do objeto muda quando sua posição varia. Ou seja, deve propiciar o desenvolvimento das habilidades indicadas por Kattner, Burrows e Slater (2018), qual sejam, sair de um sistema bidimensional e estático e atingir o tridimensional e dinâmico.

Segundo Subramaniam e Padalkar (2009), para resolver problemas relacionados às fases da Lua é necessário empregar esquemas que possuam algumas características, como o reconhecimento de propriedades como forma, tamanho, posição e movimento dos corpos. Requer processos mentais que envolvem rotação mental, mudança de perspectiva e outras transformações que podem envolver o trabalho com analogias. Nesse cenário, os recursos materiais podem ser ferramentas úteis.

Isso é essencial no caso do estudo das fases da Lua, conforme apontam Kiroğlu, Türk e Erdoğan (2019), que destacam se tratar de um assunto que requer a habilidade de pensar em três dimensões e fora do planeta, mudando o sistema de referência. Para os autores, os professores devem se valer de materiais, mesmo os que podem ser facilmente encontrados para trabalhar desta maneira.

Lago (2013) conclui que, apesar de o entendimento das fases da Lua requerer habilidades de visualização de uma situação em três dimensões e de orientação espacial, para ele um dos dificultadores está na forma como lidamos no mundo atual, ou “nas práticas sociais da sociedade moderna” (p. 135), que são mediadas por artefatos culturais, e que não desenvolvem, portanto, competências que levam à compreensão do fenômeno lunar. Logo, como enfatizado anteriormente, diagramas de livros devem ser evitados, até mesmo porque, com eles não se consegue desenvolver a tridimensionalidade, algo necessário para entender como se comportam as órbitas lunares e terrestres.

Em que pese a conclusão de Callison e Wright (1993), de que o uso de modelos físicos quando ensinamos fases da Lua pode melhorar consideravelmente o ensino, é preciso atentarmos para alguns aspectos. O primeiro deles é não acreditarmos que eles, por si, garantem a aprendizagem. Mesmo empregando modelos físicos do sistema S-T-L, Subramaniam e Padalkar (2009) mostraram que os participantes do estudo nem sempre conseguiram avançar para concepções científicas sobre as fases da Lua, mesmo depois de identificarem o mecanismo correto que as causa. Para que a explicação correta ocorra, não basta ter o modelo e compreendê-lo, é preciso, segundo os autores, que haja a mudança de referencial para o ponto de vista terrestre, conforme já apontado. Além disso, é preciso compreender como ocorrem efeitos de luz e sombra em um corpo tridimensional, como é a Lua, como também já destacado.

Por fim, um outro aspecto ao se considerar o emprego de modelos tridimensionais é a comparação dos resultados que eles oferecem com o cenário real, ou seja, aquele que é percebido quando se observa a Lua real, como desenvolvido no estudo de Meyer, Mon e Hibbard (2011). Nessa direção, Rider (2002) afirma que é

importante que sejam desenvolvidos diferentes tipos de atividades para que permita aos alunos comparar o que percebem com os conceitos estudados.

3.2.1 Que importância têm as escalas de dimensão e de distância entre os astros?

Quando se empregam modelos materiais, simulações, figuras ou mesmo representações computacionais, é preciso cuidar das escalas envolvidas. Kattner, Burrows e Slater (2018) destacam que a compreensão de distâncias e dos tamanhos dos astros é uma das habilidades a ser desenvolvida no ensino de Astronomia. Para Lelliot e Rollnick (2009), concentrar-se no trabalho com distâncias e tamanhos da Terra, do Sol e da Lua é um dos pilares para ensino de conceitos científicos relacionados a esta última.

A falta de uma noção, mesmo que aproximada, das distâncias e dos tamanhos dos astros pode ser fonte de ideias distorcidas acerca de como ocorrem as fases, como afirma Fanetti (2001), citado por Slater (2008). Bisch (1998) aponta que quando professores participantes de sua pesquisa representam a Terra e Lua muito próximas entre si, acabam por construir modelos alternativos para explicar as fases da Lua baseados na projeção de sombra sobre a Lua. Nesse sentido, comunga-se com os resultados da pesquisa de Lago (2013) acerca da importância de levar em consideração a escala dos astros, pois se o aluno as tiver em mente ou visualizá-las, terá maior clareza em perceber que dificilmente é a sombra da Terra que gera a parte escura na Lua. Do mesmo modo, poderá notar que, quando isso ocorre, no caso de eclipses, é algo raro e breve.

Ainda que livros didáticos possam ser uma das fontes mais comum de acesso ao tema das fases da Lua, Taylor e Grundstrom (2011) sugerem que eles procurem trazer representações em escala do sistema S-T-L, empregando algumas medidas que poderiam caber na maior parte desses materiais impressos, considerando as dimensões médias de suas páginas. Por exemplo, como a Terra tem aproximadamente quatro vezes o diâmetro da Lua e a distância entre os dois astros equivale a cerca de 30 diâmetros terrestres, usando essa escala, os materiais didáticos poderiam representar a Terra com 3,2 milímetros de diâmetro, a Lua com 0,8 milímetro e a distância entre elas de 165 milímetros, o que é possivelmente adaptável ao tamanho das páginas da maior parte dos livros.

3.2.4 O tema pode ser ensinado a estudantes de qualquer faixa etária?

Para discutir sobre tal aspecto, recorre-se à representação do mundo na criança, de Piaget (2005). Para ele, é notório que elaboramos diversas formas de explicar o mundo natural, as quais guardam forte relação com a idade do aprendiz e que vão mudando de forma gradual, passando por estágios. Isso não é diferente no caso de explicações sobre os astros, que o epistemólogo também se dedicou a investigar, assim como, especificamente, sobre os “quartos da Lua”, como ele designou as fases.

Para Piaget (2005), as crianças passam por três estágios relativamente nítidos ao explicarem sobre a origem dos astros e as fases da Lua. Ele os denominou de ‘artificialismo integral’, ‘artificialismo mitigado’ e ‘explicação natural’. Tais estágios ocorrem nesta ordem e se sucedem em função da idade da criança. O ‘artificialismo integral’ é o primeiro que se manifesta. Para crianças nessa etapa, com idade média de

6-7 anos, os astros são criados fruto da ação humana ou divina. Logo, são encontradas ideias de que a Lua é acesa pelo homem, ou que cada quarto é criado pelos humanos a cada Lua nova, como se o astro fosse recortado intencionalmente. O autor encontrou também concepções animistas, ou seja, que atribuem vida a ele, quando explicam que nosso satélite natural nos acompanha e sabe o que estamos fazendo. Ainda nesse cenário, as crianças podem explicar que a Lua cresce porque nós, que somos vivos, também crescemos.

No segundo estágio, o ‘artificialismo mitigado’, os astros passam a ter uma origem no meio natural, além do artificial. Crianças neste estágio, com idade média de 8-9 anos, explicam a origem a partir de um processo artificial e ao mesmo tempo natural. Logo, os astros podem ter surgido de nuvens, que têm sua origem na fumaça que sai de chaminés e na queima feita pelo homem. De fato, segundo Piaget (2005), muitas crianças quando veem a Lua durante o dia identificam manchas escuras nela que se assemelham a nuvens, e quando notam apenas meia-lua, reforçam a ideia de que ela está se formando naquele momento.

Por volta dos 10-11 anos, em média, as crianças ingressam no terceiro estágio, que é quando o artificialismo perde força e a atividade de dar origem aos astros é retirada do homem e atribuída à natureza. Há em enfraquecimento de explicações animistas, com ganho daquelas de cunho natural. Nessa etapa, a Lua é ‘recortada’ por ela própria, ou até mesmo pela ação do vento ou de nuvens. O autor ainda encontrou explicações de que é o movimento em torno do eixo da Lua que dá a ilusão de ela estar parcialmente dividida. Aparecem, nesse momento, explicações inicialmente mais dinâmicas e depois cada vez mais mecânicas.

Vale ressaltar que as idades não são fixas, como padrões, podendo encontrar crianças mais jovens que empregam um artificialismo menos radical do que crianças mais velhas, porém que revelam traços de artificialismo mais integral (Freitas, 2020).

Com base nessas ideias, julga-se que não é possível que alunos de qualquer faixa etária, principalmente os mais jovens, possam compreender como ocorrem as fases da Lua tal qual a Astronomia as explica atualmente, ou seja, por um processo acarretado pelos movimentos relativos de Terra e Lua, iluminadas pelo Sol. Isso parece ser conseguido com crianças que começam a manifestar explicações de cunho natural para a Lua e seus movimentos, encontrado no terceiro estágio. Obviamente, não se quer afirmar com isso que nada possa ser explorado em relação à Lua com crianças desde os primeiros momentos da escolarização básica, incluindo a Educação Infantil, mas sim, que é preciso ter clareza das finalidades do que se quer e do alcance que se pode ter no ensino das fases da Lua com as crianças menores, quando se leva em consideração as ideias anteriormente descritas.

Algumas pesquisas e documentos arriscam-se a indicar idades consideradas mais adequadas ao trabalho com o tema. Essas inferências são oriundas de experiências no trabalho com o assunto com crianças de distintas faixas etárias. Por exemplo, o estudo australiano de Jones, Lynch e Reesink (1987) indica que estudantes do terceiro ano⁵ conseguiram poucos avanços no trabalho com o tema, sugerindo que este conceito deva ser desenvolvido mais satisfatoriamente com alunos do quinto ou sexto anos⁶,

⁵ *Third grade.*

⁶ *Five or six grade.*

faixa etária também indicada pelo estudo de Kavanagh, Agan e Sneider (2005). Na mesma linha de raciocínio, Stahly, Krockover e Shepardson (1999) não recomendam trabalhar fases da Lua com crianças entre 8 e 9 anos de idade devido à ‘complexidade do tema’ para essa faixa etária.

No que se refere a documentos oficiais, o estadunidense *Benchmarks for Science Literacy* (1993) e o *National Science Educational Standards* (1996), ambos citados por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), recomendam que os alunos do Ensino Fundamental⁷ possam já ter contato com os ciclos lunares, mas suas explicações em termos de modelos mentais devem aguardar até o Ensino Médio⁸.

No contexto brasileiro, a BNCC (Brasil, 2018) traz o assunto na unidade temática “Terra e Universo”, presente tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. A primeira vez que o documento solicita algo relativo à Lua é no 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, requerendo dos estudantes atividades de observação, sem ainda explorar diretamente as fases. Isso passa a ser explicitamente sistematizado no 5º ano e, de fato, o mecanismo de formação das fases envolvendo o sistema S-T-L deve ser compreendido no 8º ano. O assunto ainda aparece no componente curricular Matemática no Ensino Médio, mas relacionado à solução de problemas envolvendo periodicidade de movimentos.

Em síntese, se retomarmos as orientações com base na forma como os aprendizes vão gradativamente se apropriando da representação dos astros, nos dados das pesquisas previamente citadas e na organização dos documentos oficiais, há uma sintonia na orientação de que o tema não deve ser ensinado a estudantes de qualquer faixa etária. Ainda que o contato inicial com a observação da Lua possa ser algo estimulado, o estudo de como se comporta o sistema S-T-L e como ele produz as fases é algo recomendável sistematicamente para estudantes por volta dos 12 anos de idade, em média. No caso brasileiro, essa sistematização pode ter início por volta dos 13-14 anos, aproximadamente, quando geralmente os alunos frequentam o 8º ano do Ensino Fundamental.

4 Considerações finais

Com base na presente revisão de literatura, é possível perceber os desafios da compreensão a respeito de como ocorrem as fases da Lua. O foco norteador do estudo foi trazer luz acerca de por que, apesar da disponibilidade de observação do fenômeno das fases da Lua, a compreensão de como ele ocorre se revela complexa, não só por alunos da Educação Básica e Superior, mas também por professores em formação e em serviço. Somado a esse questionamento central, investigou-se em quais os aspectos, especificamente, essa espécie de dificuldade se revela, além de indicar cuidados e orientações que podem ajudar a explorar esse tema na formação de estudantes e também de professores.

No que se refere a eventuais dificuldades para entender como ocorrem as fases da Lua, a revisão de literatura desnudou a suposta contradição entre disponibilidade de observação e a dificuldade de compreensão. Verificou-se que mesmo tratando-se de um

⁷ *Elementary school.*

⁸ *High school.*

astro presente na vida das pessoas, a observação direta dele por si só não mostrou trazer evidentes vantagens para a compreensão de como ocorrem as fases. Pelo contrário, se a observação não estiver articulada a outros aspectos, o entendimento do tema pode tornar-se ainda de mais difícil compreensão. Isso, porque as fases da Lua são resultado de uma dinâmica que ocorre muito distante da Terra, mas interpretamos seus resultados com base em eventos que acontecem perto de nós.

Essa interpretação se mostra presente, por exemplo, nas sombras com as quais lidamos cotidianamente, e que, de modo incorreto, as associamos com partes da Lua sem iluminação direta. Também se mostra presente quando lidamos com objetos tridimensionais em nosso dia a dia, mas que não é igual ao modo como percebemos a Lua, uma vez que devido à distância acaba sendo aparentemente bidimensional. Por fim, também se mostra presente quando percebemos as relações que os objetos do cotidiano possuem em função das suas dimensões e das distâncias em que se encontram entre si, mas que é distorcida quando a distância real dos astros nos faz perder esses parâmetros e julgamos que Terra, Sol e Lua possuem quase o mesmo tamanho e estão próximos entre si. Em linhas gerais, conclui-se que, mesmo quando essas relações entre causa e efeito são levadas para escalas muito grande de distâncias e tamanhos e com objetos muito distantes de nós, como é o caso na Astronomia, o que se percebe é que elas ainda são interpretadas à luz dos parâmetros daquilo que ocorre em nosso cotidiano. Essa é uma característica que pode tornar o tema de difícil compreensão, em especial no caso das fases da Lua, por requerer que várias destas características ajam em conjunto.

Associados a esses aspectos, há outros que também não contribuem para tornar a aprendizagem do tema mais acessível. Pondera-se que são de outra natureza daqueles apontados no parágrafo anterior, mas que não deixam de interferir, ainda que possam valer para o ensino e aprendizagem de outros temas de Astronomia que não só as fases da Lua. Destaca-se a limitação dos livros didáticos, novamente, em especial pela espacialidade do tema, o que demanda complementar com outras estratégias para abordar o assunto. Além desse aspecto, há também a própria ausência de uma prática de observação do entorno, que perpassa outras áreas do conhecimento e que podem estar associadas a um estilo de vida da atualidade. Assim, de nada adianta a Lua estar disponível, se uma prática sistematizada de observação não for incentivada ou mesmo valorizada.

Quanto às orientações acerca de como abordar o ensino das fases da Lua, julga-se que há uma tríade de elementos a ser considerada, e que agem de forma articulada: modelos tridimensionais, escalas e observação. Os referidos modelos podem dar a possibilidade de explorar a formação de sombras, de analisar o fenômeno ‘de fora’ da Terra, e de colocar a representação do sistema S-T-L em movimento na velocidade em que se deseja. Essas possibilidades propiciam um modo de enxergar e agir sobre as fases que é impossível no cenário real. Todavia, esses materiais e possibilidades de uso só devem ser validados se forem planejados em função de escalas coerentes de volume e distâncias, caso contrário, em vez de ajudarem na aprendizagem, podem reforçar interpretações incorretas. Por fim, o terceiro elemento da tríade, a observação, funciona como uma espécie de moderador dos dois anteriores, na medida em que os resultados obtidos com eles podem ser postos à prova ou analisados à luz da observação real da Lua, algo a ser incentivado. Todavia, ainda que a observação possa se dar para alunos

de qualquer faixa etária, deve-se considerar a maturidade cognitiva do estudante, caso o que se deseja é a compreensão da dinâmica envolvendo o sistema S-T-L.

Esta tríade de elementos pode ter como fio condutor práticas de ensino que privilegiem processos investigativos por parte dos alunos, conforme os discutidos por Pozo e Crespo (2009), os quais podem ser desencadeados por problemas abertos, levantamento de hipóteses, coleta e divulgação de resultados. Nesse sentido, a natureza dos procedimentos acerca de como aprender as fases da Lua também passam a ser conteúdos de aprendizagem.

Em suma, este estudo bibliográfico aglutinou e relacionou elementos em torno de dificuldades acerca da aprendizagem das fases da Lua, mas também ofereceu possibilidades sobre como serem trabalhadas. Os resultados revelaram que se trata de um desafio que articula uma série de fatores, mas que deve ser enfrentado, não só pelo significado cultural que a Lua e suas fases têm para os humanos, mas por ser uma porta que se abre para uma série de outros assuntos que requerem, da mesma maneira, a observação sistemática e o emprego de modelos tridimensionais, em escala e dinâmicos.

Agradecimentos

Agradeço aos pareceristas a leitura atenta e as sugestões de melhorias no texto.

Referências

- Abell, S., George, M., & Martini, M. (2002). The Moon investigation: instructional strategies for elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 13(2), 85-100.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, número especial, 502-513.
- Benacchio, L. (2001). The importance of the moon in teaching astronomy at primary school. *Earth, Moon and Planets*, 85-86: 51-60.
- Bennett, J., et al. (2012). *The essencial cosmic perspective* (6a ed.). San Francisco, California: Pearson Addison-Wesley.
- Bisch, S. M. (1998). *Astronomia no 1º grau: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores*. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Brasil. Ministério da Educação. (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental*. Brasília, MEC/SEF.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília.
- Bueno, A., Iessi, I. L., & Damasceno, D. C. (2010) Influência do ciclo lunar no parto: mito ou constatação científica? *Revista Brasileira de Enfermagem*, 63(3), 477-9.

- Callison, P., & Wright, E. (1993). The effect of teaching strategies using models on preservice elementary teachers' conceptions about Earth-Moon-Sun relationship. *ERIC Document*, ED 360 171.
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual em astronomía: un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 81-96.
- Camino, N., & Paolantonio, S. (2017). Eclipses de cuando éramos chicos: recuerdos vivencialmente significativos de eclipses de sol. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 24, 69-101.
- Caux, C. (2018). A Lua e o outro lado da Terra: menstruação, concepção e gestação entre as Araweté. *Mana: Estudos de Antropologia Social*, 24(2), 9-36.
- Cheon, J., et al. (2013). The determination of children's knowledge of global lunar patterns from online essays using text mining analysis. *Research in Science Education*, 43, 667-686.
- Darroz, L. M., et al. (2013). As fases da Lua e os acontecimentos terrestres: a crença de diferentes níveis de instrução. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 16, 73-85.
- Djanette, B., & Fouad, C. (2014). Determination of university students' misconceptions about light using concept maps. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 152, 582-589.
- Domaschens, R., Collett, S., & Wells, C. (2010). *Shadows. Science and Technology Education*, 7989, Semester 1.
- Dove, J. (2002). Does the man in the moon ever sleep? Analysis of student answers about simple astronomical events: a case study. *International Journal of Science Education*, 24.
- Freitas, S. F. (2020). *Animismo e Artificialismo: uma análise a partir do Modelo do Sistema de Esquemas de Ações e Operações sobre Símbolos e Signos*. (Dissertação – Mestrado em Filosofia). Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília.
- Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learner's knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of science education*, 22, 57-88.
- Gonçalves, M. E. R., & Carvalho, A. M. P. (1995). As atividades de conhecimento físico: um exemplo relativo à sombra. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 21(1), 7-16.
- Gonçalves, P. C. S., & Bretones, P. S. (2020). Um panorama de pesquisas do campo da educação sobre a Lua e suas fases. *Ciência e Educação*, 26, 1-23.

Gonçalves, P. C. S., & Bretones, P. S. (2021). O ensino sobre a Lua e suas fases: uma proposta observacional para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 23, e29316.

Hermann, R., & Lewis, B. F. (2003). Moon misconceptions. *The Science Teacher*, 11, 51-55.

Iachel, G., Langhi, R., & Scalvi, R. M. F. (2008). Concepções alternativas de alunos do Ensino Médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 5, 25-37.

Jones, B., Lynch, P., & Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun, and Moon. *International Journal of Science Education*, 9, 43.

Kattner, S. A., Burrows, A. C., & Slater, T. F. (2018). Relationship between students' spatial ability and effectiveness of two different eclipse teaching pedagogies. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 26, 7-33.

Kavanagh, C., Agan, L., & Sneider, C. (2005). Learning about phases of the Moon and Eclipses: a guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 4(1).

Kiroğlu, K., Türk, C., & Erdoğan, I. (2019). Which one is more effective in teaching the phases of the moon and eclipses: hands-on or computer simulation?. *Research in Science Education*, 51.

Kitzberger, D. O., Bartelmebs, R. C., & Rosa, V. (2019). As diferentes concepções sobre as fases da Lua de alunos dos oitavos anos do ensino fundamental de uma escola pública. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 28, 67-93.

Kriner, A. (2004). Las fases de la luna, ¿Cómo y cuándo enseñarlas?. *Ciência e Educação*, 10(1), 111-120.

Lago, L. G. (2013). *Lua: fases e facetas de um conceito*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Lago, L., Ortega, J. L., & Mattos, C. (2018). A Lua na mão: mediação e conceitos complexos no ensino de Astronomia. *Revista Ensaio*, 20.

Langhi, R. (2009). Educação em Astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 7, 15-30.

Langhi, R., & Nardi, R. (2010). Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista Ensaio*, 12(2), 205-224.

- Leite, C. (2006). *Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade*. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2009). Big ideas: a review of astronomy education research (1974-2008). *International Journal of Science Education*, 1771-1799.
- Longhini, M. D., & Mora, I. M. (2010). Uma investigação sobre o conhecimento de Astronomia de professores em serviço e em formação. In Longhini, M. D. (org.) *Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica*. (pp. 87-116). Campinas, SP: Átomo.
- Machado, D. I., & Santos, C. O. (2011). O entendimento de conceitos de Astronomia por alunos da educação básica: o caso de uma escola pública brasileira. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 11, 7-29.
- Meyer, A. O., Mon, M. J., & Hibbard, S. T. (2011). The Lunar Phases Project: a mental model-based observational project for undergraduate nonscience majors. *Astronomy Education Review*, 10(1).
- Mulholland, J., & Ginns, I. (2008). College MOON Project Australia: preservice teachers learning about the moon's phases. *Research in Science Education*, 38, 385-399.
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555-593.
- Parker, J., & Reywood, D. (1998). The earth and beyond: developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. *International Journal of Science Education*, 20(5), 503-520.
- Pasachoff, J. M. (2002). What should college students learn? Phases and seasons? Is Less More or is Less Less?. *Astronomy Education Review*, 1(1).
- Pena, B. M., & Quilez, M. J. G. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1125-1135.
- Piaget, J. (2005). *A representação do mundo na criança*. São Paulo: Ideias & Letras.
- Plummer, J. (2009). Early elementary students' development of astronomy concepts in the planetarium. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 192-209.
- Pozo J. I., & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Rider, S. (2002). Perceptions about moon phases. *Science scope*, 26, 48.
- Saraiva, M. F. O., et al. (2007). As fases da Lua numa caixa de papelão. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 4, 9-26.

Saraiva, M. F. O., Silveira, F. L., & Steffani, M. H. (2011). Concepções de estudantes universitários sobre as fases da lua. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 11, 63–80.

Schoon, K. (1992). Students' alternative conceptions of Earth and space. *Journal of Geological Education*, 40, 209.

Schoon, K. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the Earth and space sciences: a survey of pre-service elementary teachers. *Journal of elementary science education*, 20, 503.

Silveira, F. L. (2003). Marés, fases principais da Lua e bebês. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(1), 10-29.

Simon, P. C. S. G. (2016). *Ensino de Astronomia para os anos iniciais: uma proposta a partir da observação da Lua*. Dissertação Programa de Pós-graduação profissional em Educação. Universidade Federal de São Carlos.

Slater, T. F. (2008). A contemporary approach to teaching eclipses. In *African Cultural Astronomy*. (pp. 95-107). Springer Netherlands.

Stahly, L., Krockover, G., & Shepardson, D. (1999). Third grade students' ideas about lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 159-177.

Starakis, J., & Halkia, K. (2010). Primary school students' ideas concerning the apparent movement of the moon. *Astronomy Education Review*, 9(1).

Subramaniam, K., & Padalkar, S. (2009). Visualisation and reasing in explaining the phases of the moon. *International Journal of Science Education*, 31(3), 395-471.

Suzuki, M. (2002). Conversations about the Moon with prospective teachers in Japan. *Science Education*, 87, 892.

Suzuki, M. (2003). Conversations about the moon with prospective teachers in Japan. *Science Education*, 87, 892-910.

Taylor, R. S., & Grundstrom, E. D. (2011). Diagrammatic representational constraints of spatial scale in Earth-Moon system astronomy instruction. *Astronomy Education Review*, 10.

Trundle, K. C., & et al. (2010). The effect of guided inquiry-based instruction on middle school students' understanding of lunar concepts. *Research in Science Education*, 40, 451-478.

Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2006). Preservice elementary teachers' knowledge of observable moon phases and pattern of change in phases. *Journal of Science Teacher Education*, 17(2), 87-101.

- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. *Journal of research in science teaching*, 44(2), 303-326.
- Trundle, K. C., Troland, T. H., & Pritchard, T. G. (2008). Representations of the moon in children's literature: an analysis of written and visual text. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 17-28.
- Trundle, K.C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 633-658.
- Venville, G. J., Louisell, R. D., & Wilhekm, J. A. (2012). Young children's knowledge about the moon: a complex dynamic system. *Research in Science Education*, 42(4), 729-752.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18, 123-183.
- Wilhelm, J. A. (2014). Young children do not hold the classic Earth's shadow misconception to explain lunar phases. *School Science and Mathematics*, 114(7), 349-363.

Artigo recebido em 15/10/2021.

Aceito em 01/02/2022.