



## O USO DE UM MODELO CONCEITUAL DO HORIZONTE PARA O ESTUDO DAS FASES LUNARES

### THE USE OF A CONCEPTUAL MODEL OF THE HORIZON FOR THE STUDY OF LUNAR PHASES

Moura F.B.<sup>1</sup>; Ferracioli, L.<sup>2</sup> e Sérgio M. Bisch<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física Polo 12

<sup>2</sup>Docente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física Polo 12

<sup>3</sup>Docente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física Polo 12

Universidade Federal do Espírito Santo - Campus Goiabeiras

**Resumo:** O presente trabalho relata uma proposta de utilização de diferentes estratégias para o ensino das Fases Lunares e dos Eclipses, numa abordagem de Ensino sob Medida (EsM), em uma **Escola Municipal de Ensino Fundamental** localizada no município da Serra. Foram ministradas 13 aulas presenciais para alunos do 9º ano, com idades variando de 13 a 15 anos. Os estudantes tiveram acesso a material de estudo prévio, como vídeos, textos e roteiros de construção de um modelo físico. O objetivo foi propiciar a compreensão da dinâmica espacial do sistema Sol-Terra-Lua., fazendo uso da observação sistemática do ciclo lunar, a Modelagem Corporal do Teatro Cósmico e o uso de escalas e a construção do modelo físico Terra-Lua no estudo das Fases Lunares e dos Eclipses para estudantes do Ensino Fundamental II. Neste trabalho será apresentado parte dos resultados obtidos ao se utilizar o Modelo Conceitual do Horizonte para Observação do Ciclo Lunar (MCHOCL). Ao final se mostrará o aproveitamento dos estudantes no uso em conjunto com o software Stellarium versão Desktop para a coleta do ângulo de alongação.

**Palavras-Chave:** Ensino de Astronomia; Fases Lunares; Eclipses; Ensino sob Medida; Modelagem.

**Abstract:** The present work reports a proposal to use different strategies for the teaching of Lunar Phases and Eclipses, in a Just in Time Teaching (JiTT) approach, in a Municipal Elementary School located in the municipality of Serra. 13 face-to-face classes were given to 9th grade students, with ages ranging from 13 to 15 years old. Students had access to previous study material, such as videos, texts and scripts for building physical models. The objective was to provide an understanding of the spatial dynamics of the Sun-Earth-Moon system, making use of the systematic observation of the lunar cycle, the Body Modeling of the Cosmic Theater and the use of scales and physical models as well as the construction of the Earth-Moon physical model in the study of Lunar Phases and Eclipses for Elementary School II students. In this article, part of the results obtained using the Horizon Conceptual Model for Lunar Cycle Observation (MCHOCL) will be presented. At the end, it will be shown the students' use in conjunction with the Stellarium Desktop version software to collect the elongation angle.

**Key words:** Teaching Astronomy; Lunar Phases; Eclipses; Just in Time Teaching, Modeling.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho relata a aplicação de um produto educacional que teve por fim o ensino das fases lunares e dos eclipses solares e lunares na Escola Municipal de Ensino Fundamental Ministro Petrônio Portella, localizada no município da Serra, Espírito Santo, com estudantes do 9º ano no turno matutino, entre os dias 07 de março e 12 de abril de 2022. Participaram do estudo 105 alunos, mas neste trabalho se apresentará o resultado e discussões de 27 estudantes que participaram de modo qualificado, ou seja, aqueles que participaram das etapas avaliativas durante a aplicação. A proposta foi construída para ser realizada por meio de aulas presenciais, mas se adotou a metodologia do Ensino sob Medida, em virtude das incertezas da pandemia de Covid-19 ainda em curso, para que se pudesse a qualquer momento migrar para uma aplicação remota.

A Metodologia do Ensino sob Medida tem por uma de suas características as intervenções durante o processo de ensino e aprendizagem, no sentido de esclarecer possíveis dúvidas a partir do retorno dado pelos estudantes de atividades realizadas e/ou suas solicitações de esclarecimentos sobre alguma atividade ou exercício realizado. O conjunto dessas solicitações é analisado, e então é planejada uma intervenção com o fim de sanar as dúvidas da maioria dos estudantes.

Para a estruturação da proposta, foi realizado um levantamento de questões da Olimpíada Brasileira de Astronomia – OBA, no qual foram identificadas representações utilizadas para facilitar o estudo da esfera celeste, indicados na Figura 1. Dentre as representações, numerados de 1 a 5 na Figura 1, podemos mencionar: o horizonte (1), do globo terrestre (2), simplificações da esfera celeste quando associada ao horizonte do lugar (3), do movimento aparente do Sol e das estrelas (4) e por fim recortes da carta celeste (5).

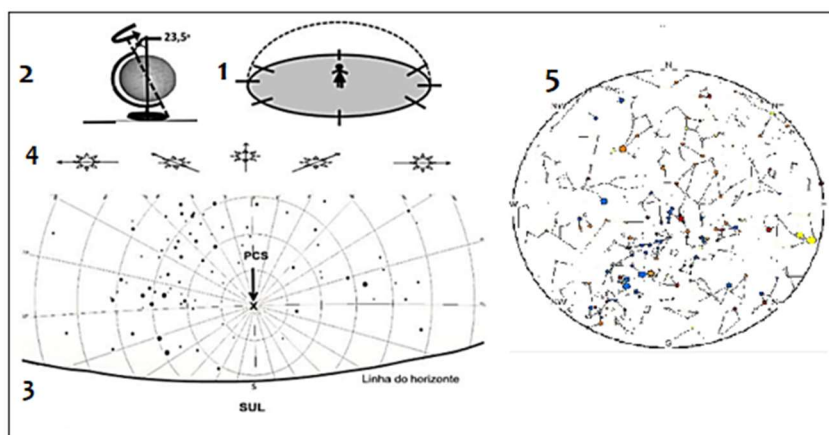


Figura 1. Exemplos de modelos e representações encontrados nas questões avaliativas da OBA ao se abordar a esfera celeste.

A proposta teve como objetivo geral propiciar a compreensão da dinâmica espacial do sistema Sol-Terra-Lua para estudantes do Ensino Fundamental II. Para atingir esse objetivo foram realizadas uma atividade de registro da observação diária do ciclo lunar, relacionando a representação das fases lunares, dia após dia, com a posição relativa do Sol e da Lua no céu, utilizando para isso uma Representação Conceitual do Horizonte para observação do ciclo lunar, (Fig. 2), e uma atividade de modelagem corporal, que denominamos “Teatro Cósmico” tal designação já foi utilizada por Matsuura (2007) em alusão ao aspecto de que o universo observável,



## AS FASES LUNARES

Existem duas interpretações para as fases lunares mais utilizadas, uma é que cada instante temos uma certa fase lunar, que se caracteriza por um percentual da face visível iluminada, e nesta perspectiva temos infinitas fases lunares. Outra forma interpretativa é definir, portanto, que existem quatro momentos especiais de iluminação lunar e são apresentados abaixo:

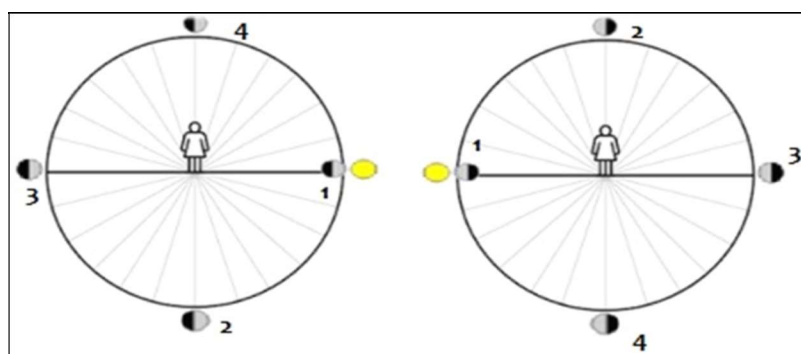


Figura 3. Na representação conceitual do horizonte da esquerda temos o Sol nascendo no horizonte leste e no da direita temos o Sol se pondo no horizonte oeste, a menina no centro da representação dirige seu olhar para o ponto cardinal norte.

Na figura acima temos os quatro momentos especiais lunares, de acordo com a elongação, quando ela é máxima (próximo aos  $180^\circ$ ) temos o momento especial de Lua Cheia (3), quando ela é mínima (próximo aos  $0^\circ$ ) temos o momento especial de Lua Nova (1). Quando o Sol está nascendo e a Lua está no meio do céu com uma elongação próxima de  $90$  graus e sua face visível metade iluminada temos o momento especial do Quarto Minguante (4) e quando o Sol está se pondo e vemos a Lua com o ângulo de elongação próximo aos  $90$  graus e no meio do céu temos o momento especial de Lua Quarto Crescente (2), definições para observadores do hemisfério sul, cujo a ordenação das fases seguiu um movimento orbital no sentido horário.

Levar o aluno a ser capaz de reconhecer e compreender a dinâmica das fases lunares, por meio de uma proposta de ensino, é um desafio pois constata-se que vários estudantes apresentam ideias preconcebidas que os impedem de explicar as fases lunares de maneira correta. Concordam com esta afirmação diversos autores, conforme indicado, por exemplo, no artigo de Langhi (2011) que faz uma revisão bibliográfica acerca de concepções alternativas em Astronomia.

## CONCEITOS TRABALHADOS COM OS ESTUDANTES

Primeiro conceito a ser trabalhado com o aluno é o entendimento de que as fases lunares são o resultado da iluminação solar, isso parece óbvio, mas, no entanto, uma parcela significativa dos estudantes acredita que outros fatores estejam por trás das fases lunares. Este conceito se materializa com o estudo da face iluminada, que é a primeira categoria que apresentamos.

Essa categoria deve ser trabalhada levando-se em consideração alguns elementos que podem ajudar nessa construção, um deles será discutir o fenômeno do dia e da noite, que vivenciamos tão intensamente por aqui na Terra, conceituando

que o lado não iluminado está de noite e o lado iluminado está de dia, o que parece evidente, mas requer um exercício de descentração, isto é, visualizar um fenômeno sob outras perspectivas, integrando-as em prol de uma causalidade abstraída do espaço e do tempo simultâneo numa operação que se relacione com a imaginação e um esquema de ação, um conceito piagetiano.

Outro aspecto, é avaliar a linha divisória do dia e da noite, o terminador, o seu movimento de oeste para leste na superfície visível, ora com o lado oriental, depois do terminador, todo escuro ou o lado ocidental, antes do terminador, todo escuro, avançando sobre as crateras e demais acidentes lunares à medida que os dias passam. E ainda o seu formato, que deriva do fato de a Lua se tratar de uma esfera iluminada e assim ser necessária a tomada de consciência de que as fases lunares, são o efeito prático das sombras observadas terem origem na própria lua e não por que outro corpo as provoque, pois o aparato sensorial não é capaz de resolver a profundidade e assim superar a visão lunar na forma de disco e que portanto a Lua apresenta uma espacialidade distinta dessa, o que requer um entendimento do espaço euclidiano, o que ainda não está bem assimilado por parte de alguns estudantes que participaram do estudo.

Para compreender que é sempre a mesma Lua que está no céu, como um objeto permanente é necessário observar e caracterizar os acidentes lunares que são identificáveis a olho desarmado da esquerda para a direita na face visível, como o *Mare Crisium*, o *Mare Serenitatis*, o *Mare Tranquillitatis*, *Mare Fecunditatis*, o *Mare Imbrium* e o *Oceanus Procellarum*, são referenciais da maneira como vemos a face visível lunar sendo iluminada pelo Sol sob diversos ângulos.

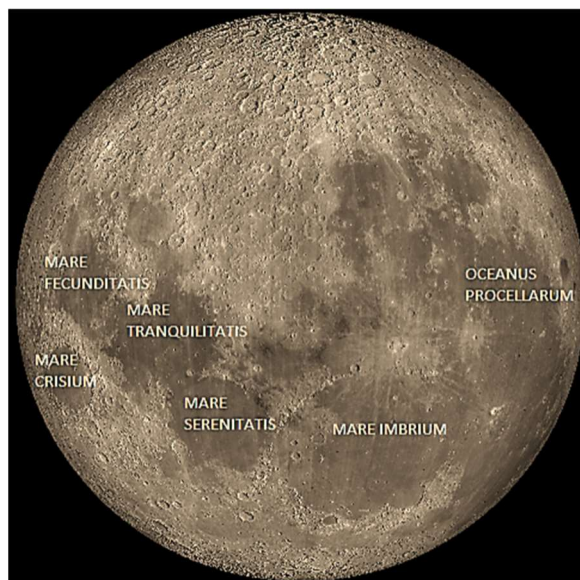


Figura 3. Identificação dos acidentes lunares visíveis a partir do hemisfério sul.

Outro conceito que se considera importante é a maneira como os movimentos orbitais da Lua interferem no aspecto como vemos as fases lunares, tanto em seu movimento aparente, quanto em sua duração.

Para tanto, é necessário compreender que, da mesma forma que a Terra, a Lua gira ao redor de si mesma. No caso da Lua, isso acontece de modo síncrono, ou seja, seu período de rotação é o mesmo que o de translação. Então o dia lunar tem,



em termos práticos, a mesma duração da translação lunar ao redor da Terra, que é de 27,3 dias, o que é chamado de período sideral, medido em relação as estrelas. Enquanto o período necessário para que se repita o momento especial de Lua Nova é de 29,5 dias, que é período sinódico.

Outro movimento observável na face visível da Lua é a libração, que resulta, por exemplo, na maneira como vemos o *Mare Crisium* se mover aparentemente para cima e para baixo, se afastando ou se aproximando da borda lunar. Esse movimento de libração resulta num prolongamento da face visível em aproximadamente 8%, o que permite que possamos ver um pouco mais da face distante.

Outro aspecto orbital que deve ser problematizado é a questão dos eclipses não serem recorrentes. Neste sentido a proposta do Teatro Cósmico como uma simulação destes movimentos orbitais, é bastante rica, trabalhando-se com o conceito de eixo de rotação, inclinação orbital e a duração relativa dos movimentos do Sistema Sol-Terra-Lua

Em relação à evolução das fases lunares, é importante que os alunos compreendam o movimento aparente lunar dia após dia, numa construção das dimensões do espaço e do tempo envolvidos nesse processo. Neste ponto o Modelo Conceitual do Horizonte pode colaborar na integração de perspectivas, pois ao definir as posições relativas do Sol e da Lua e relacionando com a fase lunar apresentada desde que este registro tenha sido construído adequadamente pode implicar numa tomada de consciência deste conceito.

Esta é uma percepção que uma vez bem trabalhada poderá implicar na construção da causalidade piagetiana que é representada na última percepção, como uma integração das habilidades anteriores.

O quarto e último conceito se refere à identificação das fases lunares quando observadas por um habitante do hemisfério sul, a partir de um momento do ciclo lunar.

Importante que o aluno identifique os momentos especiais mesmo quando registrados por uma foto ou vídeo, sem referência de tempo e espaço.

Mesmo não tendo o horário ou a data em que foi feito o registro da Lua, é possível identificar a fase lunar e posicioná-la em relação aos momentos especiais, indicando quantos dias aproximadamente se passaram do último momento especial ou quantos restam para o próximo.

E ainda posicionar como num esboço o Sol e a Lua de acordo com o modelo do horizonte adaptado em função de sua aparência apenas, isto é, a maneira que se encontra iluminada pelo Sol.

Vamos tomar por exemplo a seguinte situação: a Lua, temos duas imagens lunares em momentos diferentes do ciclo lunar, todas as duas apresentam o mesmo percentual de iluminação da face visível, ou seja 80 %. Como devemos proceder na imagem apresentada a seguir, se encontra com aproximadamente 80% de sua face visível iluminada. Para identificarmos se ela já passou ou ainda vai passar pelo momento especial da Lua Cheia, temos que analisar e identificar o terminador.

Se estiver à direita, ou melhor, do lado oriental da Lua para observadores do hemisfério sul, de frente para o norte cardeal, então essa Lua estará crescendo e sua fase estará entre os momentos especiais do Quarto Crescente e da Lua Cheia.

Se o terminador da fase estiver à esquerda, ou melhor, no lado ocidental da Lua, então a Lua já passou pelo momento de Lua Cheia e sua fase se encontra entre o momento especial da Lua Cheia e o da Lua Quarto Minguante.

De outra forma, considerando os acidentes lunares, temos que no momento em questão, se a Lua estiver 80% iluminada e o *Mare Crisium* estiver na noite lunar, pois o terminador está adiante, mais a leste do *Mare Crisium*, então sua fase está um pouco depois da Lua Cheia. Já se o *Oceanus Procellarum* estiver próximo ao terminador, sua fase lunar ainda não passou pela Lua Cheia e, portanto, sua face visível aumentará seu percentual de iluminação nos próximos dias.

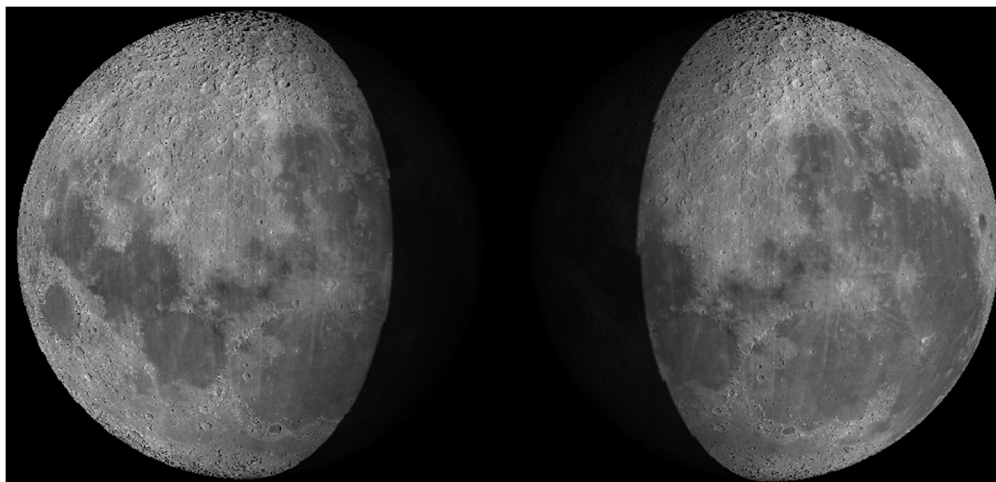


Figura 4. Face visível lunar apresentando as duas situações com a Lua apresentando 80% de sua face visível iluminada a partir da simulação do software Virtual Moon Atlas 6.0 para os momentos definidos pelos dias e horários: 11/02/2022 às 23h e 08 min e o dia 21/02/2022 às 1h e 59 min. Na perspectiva do observador do hemisfério sul. Representando do lado esquerdo a Lua com o terminador encobrendo parte do *Oceanus Procellarum*, e na direita com após o *Mare Crisium* não iluminado na noite lunar.

Esses são indicadores para a identificação mesmo quando considerada uma imagem da Lua que não se sabe quando foi obtida.

De certa forma, muitos destes aspectos foram observados ou mesmo trabalhados quando se pediu para que o aluno desenhasse a Lua com riqueza de detalhes, de modo que esses registros pudessem ser avaliados e utilizados para que os estudantes fossem estimulados em relação à tomada de consciência quanto aos aspectos apresentados.

## O ENSINO SOB MEDIDA E A METODOLOGIA

Em razão das incertezas impostas pela pandemia ainda em curso de Covid-19 e da continuidade das aulas presenciais, optou-se por uma abordagem de ensino sob medida – EsM. O planejamento foi calcado na produção e seleção do material de estudo prévio (textos, vídeos e atividades).

O Ensino sob Medida (EsM) é uma estratégia de ensino e aprendizagem composta por dois elementos: atividades em sala de aula que possam promover a aprendizagem e o uso de tecnologias de comunicação que, uma vez bem conduzidas, podem se tornar num canal para que o professor possa saber de antemão as dúvidas e as dificuldades dos alunos para que então seja possível o planejamento de

intervenções no sentido de deixar mais compreensíveis as atividades ou conceitos apresentados anteriormente, como vemos em Novak et al. (1999).

Conforme Marrs e Novak (2004), este método combina estratégias de aprendizagem baseadas em pesquisa, apresentando uma maneira simples e direta de levar os alunos e professores participando de todas as estratégias de aprendizagem.

Enfim, o EsM ocorre, conforme Oliveira, Veit e Araújo (2015), com o provimento de material para estudos prévios com o objetivo de otimizar o tempo em sala de aula, de modo a oportunizar ao aluno a possibilidade de aprender sozinho os conceitos mais simples. Esse material pode incluir textos, simulações, vídeos e demais possibilidades, acompanhado de questões problematizadoras e conceituais (Figura 4).

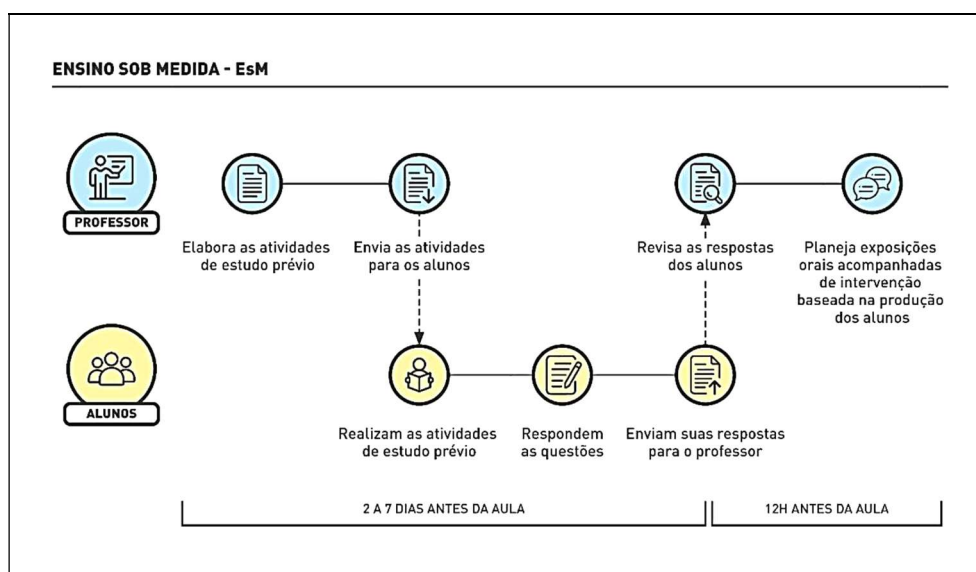


Figura 5. Estrutura do Ensino sob Medida. Fonte: o autor.

Segundo Marrs e Novak (2004), este método promove o desenvolvimento do pensamento crítico, um aprendizado ativo e habilidades de aprendizagem cooperativa e, talvez o mais fundamental, dá a oportunidade de o professor fornecer um esclarecimento quanto a dúvidas de maneira rápida e específica aos alunos.

Enfim, o EsM ocorre, conforme Oliveira, Veit e Araújo (2015, p. 185), com o provimento:

[...] de tarefas preparatórias para as aulas. Pelo método tradicional de ensino, usualmente o professor gasta muito tempo em aula explicando conceitos simples que o aluno poderia compreender sozinho com alguma leitura prévia. Para otimizar o tempo de sala de aula, o EsM prevê que o professor indique, com algum tempo de antecedência, um material para ser estudado pelos alunos, que pode ser, por exemplo, um capítulo de um livro-texto, alguma referência na internet ou um material de autoria do próprio docente.

Esse material, portanto, pode contemplar textos, simulações, vídeos e demais possibilidades, acompanhado de questões problematizadoras e conceituais.





Neste trabalho serão apresentados os resultados obtidos e a análise da observação do ciclo lunar utilizando a Representação Conceitual do Horizonte.

O trabalho foi desenvolvido da seguinte maneira:

- disponibilização de material de estudo prévio;
- treze aulas presenciais, que serão descritas adiante;
- atividade de observação do ciclo lunar e com o apoio do *software Stellarium Desktop* para a coleta do ângulo de elongação da Lua, ângulo formado pelas direções que se apresentam o Sol e a Lua, com o vértice no observador, ou ainda a separação angular, medida sempre que se opta pelo menor ângulo, logo a elongação nunca poderá ser maior que 180 graus.
- modelagem do sistema Sol-Terra-Lua por meio de representações corporais dos movimentos de translação e rotação, o qual denominamos Teatro Cósmico.

Buscou-se, portanto, utilizar diferentes estratégias no Ensino de Astronomia sobre Fases Lunares e Eclipses para estudantes do Ensino Fundamental II.

As aulas foram desenvolvidas na sequência a seguir descrita:

Primeiramente, foi entregue o material educacional na forma impressa e em PDF no grupo de WhatsApp criado para cada turma.

Para a seleção dos exercícios de aplicação foi realizado um levantamento de questões da Olimpíada Brasileira de Astronomia – OBA. Os exercícios selecionados incluíam modelos utilizados para facilitar o estudo da esfera celeste e a aplicação do conceito de fases lunares e eclipses, bem como dados referentes à construção de modelos em escala real de tamanhos e distâncias do Sistema Solar e do sistema Sol-Terra-Lua.

Dentre os modelos conceituais que se destacam no estudo da esfera celeste, temos o modelo conceitual do horizonte, explorado no estudo do movimento solar aparente, como vemos em Bredaque e Bretones (2016); Vidigal e Bisch (2020), mas pouco utilizado para o estudo do movimento aparente lunar.

O modelo do horizonte é o que nos materializa o horizonte, ou ainda direciona nosso olhar para compreender os fenômenos do nascimento e o ocaso dos astros em toda a extensão da esfera celeste.

Para proceder este estudo foi estruturado uma representação conceitual do horizonte inspirada na idealização do horizonte matemático, mas sem lançar mão da presença do observador, que neste caso em específico, trata-se de uma menina, de modo a convidar e valorizar o papel feminino neste estudo.

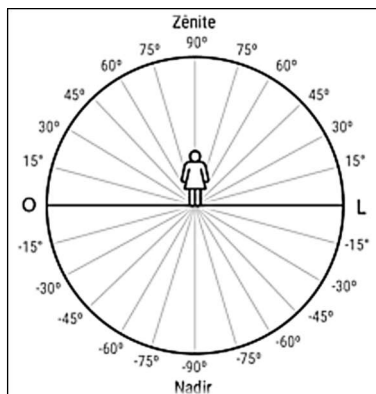


Figura 6. Modelo Conceitual do Horizonte para observação do ciclo lunar em que a observadora está de frente para o ponto cardeal norte e a sua direita o leste e a sua esquerda o oeste.

Foi solicitado aos alunos que desenhassem, na planilha para a observação do ciclo lunar, de acordo com a figura 2, no espaço destinado ao desenho lunar, um esboço diário da Lua, ao longo de 30 dias corridos e sem interrupção, a partir de sua observação e também foi solicitado que se desenhasse as posições relativas do Sol e da Lua na Representação Conceitual do Horizonte. Segundo a figura abaixo do estudante 17.

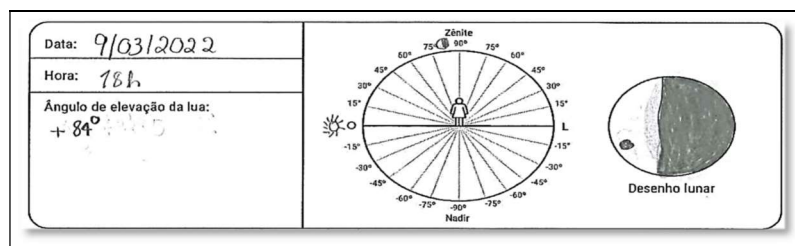


Figura 7. Registro observacional do estudante 17 da base de dados. Observe a posição relativa do Sol e da Lua representados no modelo conceitual do horizonte.

- O esboço deveria ter o maior número de detalhes que fosse possível observar:
  - formato visível da Lua.
  - regiões de luz e sombra.
  - manchas & regiões claras-escuras/crateras.
  - outros detalhes que considerar importantes ou pertinentes.

#### COLETA DE DADOS OBSERVACIONAIS

- As seguintes informações deveriam ser coletadas em cada observação e esboço feito:
  - Dia da Observação (data).
  - Horário da Observação (hora, minuto e segundo).
  - Observação em direção ao horizonte Leste ou Oeste.
  - “Ângulo de separação” aproximado da Lua em relação ao Sol em graus, o que será obtido com uso do programa *Stellarium*, conforme orientações.
  - Outros detalhes como halos, estrelas, planetas e outros objetos que por ventura estejam no campo visual durante a observação.

Após estas orientações foram formuladas três problematizações, são elas:

- Qual a influência da distância angular entre o Sol e a Lua na diferenciação das fases lunares?
- A Lua apresenta a mesma face quando observada daqui da Terra? Se sim ou se não justifique sua resposta.
- Ocorrem Eclipses Solares/Lunares a cada 14 dias? Se sim ou se não justifique sua resposta

O preenchimento da Representação Conceitual do Horizonte foi realizado a partir da consulta do *software Stellarium* do ângulo de elongação buscando as posições especiais do ocaso e nascer solar para evidenciar o movimento aparente lunar, assim a coleta procedeu como está indicado abaixo:

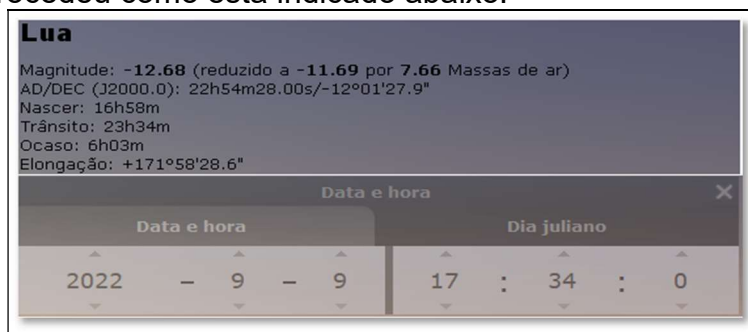


Figura 8. Como aparece acima foi coletado o ângulo de Elongação, que para o exemplo a seguir é de  $171^{\circ}58'28,6''$  e que para efeitos práticos se restringiu a coleta até a medida dos graus fazendo arredondamentos para cima quando o valor era igual ou superior a 30 minutos. Neste horário o Sol estava se pondo para a localização de Serra ES.

No trabalho desenvolvido com os alunos, utilizou-se a medida do ângulo de elevação lunar em relação ao horizonte Leste ou Oeste, de modo que essa obtenção ocorresse preferencialmente próximo ao nascer do Sol ou próximo ao ocaso, dependendo da fase lunar. No entanto, no decorrer do estudo observou-se que o ângulo de elevação não se diferenciava significativamente próximo aos momentos especiais do quarto crescente e do quarto minguante, pois o *Stellarium*, pois e assim prejudicava o registro do movimento aparente lunar e os alunos também se perdiam em relação aos pontos cardeais quando desenhavam as posições relativas do Sol e da Lua no Modelo Conceitual do Horizonte, com base nessas dificuldades foi então planejada uma intervenção onde se instruiu em coletar diretamente o ângulo de elongação, pois desta maneira todo dia era possível constatar um posição diferente da Lua no céu.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para proceder análise dos resultados obtidos buscou-se amparo na teoria piagetiana, nas categorias do real como nos apresenta Mano e Saravali (2019).

Foram estabelecidas quatro categorias de análise e que são uma aproximação das categorias do real segundo o referencial piagetiano. A compreensão das fases lunares como resultado da iluminação do Sol é uma tomada de consciência de que a Lua é um objeto permanente, que apesar de se apresentar sob aspectos diferentes trata-se da mesma Lua em posições diferentes e com a face visível iluminada de formas distintas. Como bem coloca Mano e Saravali (2019) e ainda



quando nos diz “que o entendimento do mundo da Astronomia atrela-se à construção dessas categorias do real”.

Na Constituição das categorias do real, segundo Mano e Saravali (2019 p. 3 e 4) entendem que se desenvolvem concomitantemente a noção de objeto permanente, de tempo, de causalidade e de espaço. E definem essas categorias da seguinte forma:

- Quanto ao **objeto permanente**, entende-se que para a compreensão das fases, é necessário acreditar que se trata sempre da mesma Lua, e não de outras que aparecem e somem, semanalmente.
- Quanto ao **tempo**, observa-se a duração dos movimentos de rotação desse astro em torno de si mesmos, ao redor da Terra, e destes em relação ao Sol.
- No que se refere à **causalidade**, acompanha-se a justificação do fenômeno por si só, face aos movimentos de rotação, ocasionando distintas posições da Lua em relação ao Sol e, por conseguinte, diferentes formas de iluminação lunar, vistas aqui da Terra.
- Já nas construções **espaciais**, observa-se a necessidade de compreensão de que todos os efetivos deslocamentos necessários ao fenômeno acontecem em um espaço.

Na criação dessas categorias também se buscou as orientações contidas em Ganghi et al. (2015, p.16), de acordo com a tabela a seguir:

ORIENTAÇÕES PARA O ENSINO SOBRE AS FASES LUNARES PROPOSTAS NO ARTIGO GANGHI et all. (2015)	
1	Reconhecer que a Lua é observada em diferentes momentos do dia, tanto nas horas diurnas quanto durante à noite, e que não é mais provável observá-la à noite do que de dia;
2	Identificar como são as mudanças de fases da Lua, dia a dia, semana a semana;
3	Identificar e comparar os horários de saída, de culminação e ocaso de ambos os astros;
4	Identificar e reconhecer os movimentos aparentes do Sol e da Lua, sua posição no céu e ao longo do tempo;
5	Identificar como vai mudando, dia a dia, a distância entre ambos os astros, no céu, de acordo com os movimentos e horários de saída;
6	Reconhecer como muda a iluminação da Lua a cada dia, e sua relação com a posição do Sol no céu;
7	Identificar e comparar os "arcos" aparentes que ambos os astros descrevem no céu.

Tabela 1. Orientações sobre que pontos discutir numa proposta de ensino sobre as fases lunares.

Assim, após a leitura desses artigos criou-se quatro categorias que aparecem a seguir:

1. Compreensão das fases lunares como resultado da iluminação do Sol
2. Movimento Orbital Lunar: como os movimentos lunares interferem na maneira como vemos as fases da lua.
3. Evolução das Fases Lunares: movimento aparente lunar dia após dia, numa construção das dimensões do espaço e do tempo envolvidos.
4. Identificação das Fases Lunares: posicionando a fase lunar em relação aos momentos especiais.

Critérios de análise dos dados obtidos no Modelo Conceitual do Horizonte.

Para analisar a produção dos alunos durante a observação do ciclo lunar, foram utilizados alguns parâmetros em relação a cada percepção considerada importante.



1. Quanto à compreensão das fases lunares como resultado da iluminação do Sol, foi analisado o aspecto especificamente da representação da face iluminada, tendo sido utilizados os seguintes parâmetros:

0: não foram representadas corretamente as transições da Lua nova à Lua cheia, não indicando corretamente a concavidade da linha do terminador nessa transição.

1: foram representadas corretamente as transições da Lua nova à Lua cheia, indicando corretamente a concavidade da linha do terminador nessa transição.

0,5: foram representadas em alguns momentos corretamente as transições da Lua nova à Lua cheia, indicando corretamente a concavidade da linha do terminador nessa transição.

2. Quanto ao movimento orbital lunar, foram utilizados os seguintes parâmetros:

0: não foi mostrado o movimento aparente da Lua dia após dia, demonstrando que a Lua está girando ao redor da Terra.

1: foi mostrado o movimento aparente da Lua dia após dia demonstrando que a Lua está girando ao redor da Terra

0,5: os dados estão confusos, mas em algum momento conseguiu mostrar o movimento aparente da Lua dia após dia, demonstrando que a Lua está girando ao redor da Terra

3. Quanto à evolução das fases lunares, foram utilizados os seguintes parâmetros:

0: não foram representadas as transições de fase de acordo com o movimento aparente da Lua e ainda de acordo com o percentual de iluminação, aumentando com o distanciamento do Sol e diminuindo com a proximidade.

1: foram representadas as transições de fase de acordo com o movimento aparente da Lua e ainda de acordo com o percentual de iluminação, aumentando com o distanciamento do Sol e diminuindo com a proximidade.

0,5: quando a representação na forma descrita acima ocorre em alguns momentos e em outros não.

4. Quanto à identificação das fases lunares, foram utilizados os seguintes parâmetros:

0: não há coerência entre a fase representada e a data informada

1: a Lua cheia foi desenhada com a face visível clara e as devidas graduações de acordo com o calendário lunar

0,5: a Lua cheia foi desenhada com a face visível escura, pintada, mas mantido o padrão durante todo o ciclo de observação.

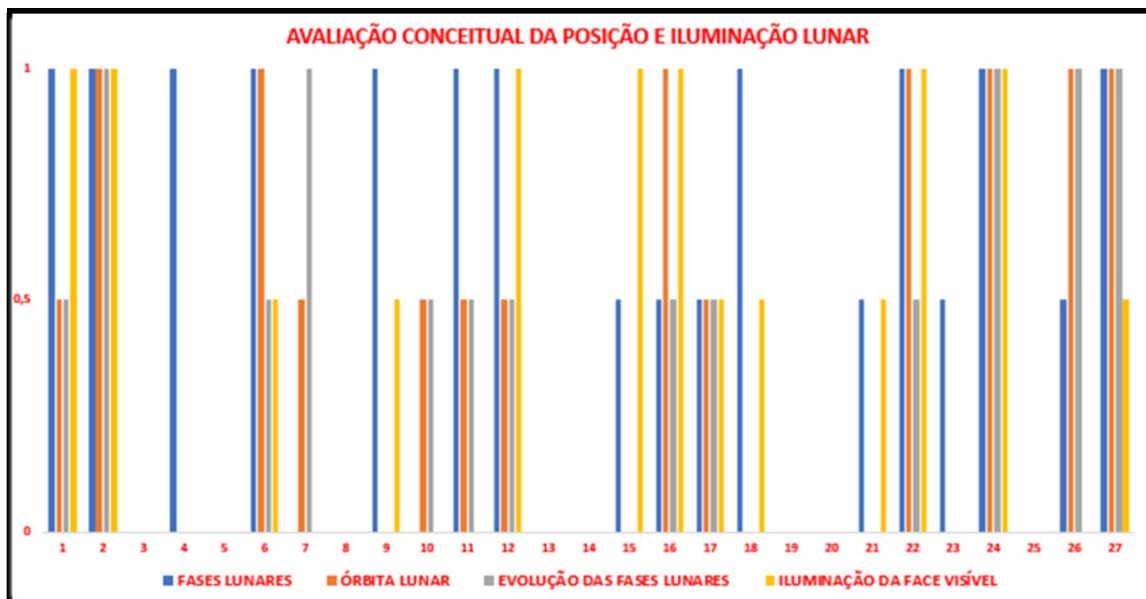


Gráfico 1. Apresenta o aproveitamento geral em relação a observação do ciclo lunar, no eixo vertical a indicação dos valores alcançados por cada aluno após avaliação dos parâmetros e no eixo horizontal a numeração destes participantes da avaliação.

Ao se avaliar este gráfico percebe-se que onze estudantes apresentaram desempenho superior a cinquenta por cento quanto ao conjunto dos parâmetros observados. Enquanto oito estudantes obtiveram desempenho inferior a cinquenta por cento. Os demais estudantes (oito) não apresentaram nenhum aproveitamento quanto as habilidades que constam nas categorias de avaliação.

Na avaliação dos testes as questões foram agrupadas como aparece no quadro abaixo.

Tabela 2. Agrupamento das questões conforme as categorias de avaliação.

Categoria 1 Iluminação da Face Visível	Categoria 2 Órbita Lunar	Categoria 3 Evolução das Fases	Categoria 4 Identificação das Fases Lunares
6, 10, 11.2 e 12a.	1, 2, 4, 9 e 11.1	8, 13e, 13f, 14 e 15( <u>pos- teste</u> )	3, 5, 7, 12b, 13a, 13b, 13c e 13d.

Em seguida será apresentado o percurso do estudante 17 com o fim de fornecer uma percepção de como foram desequilibradores os conceitos apresentados e a sua evolução ao longo da proposta.

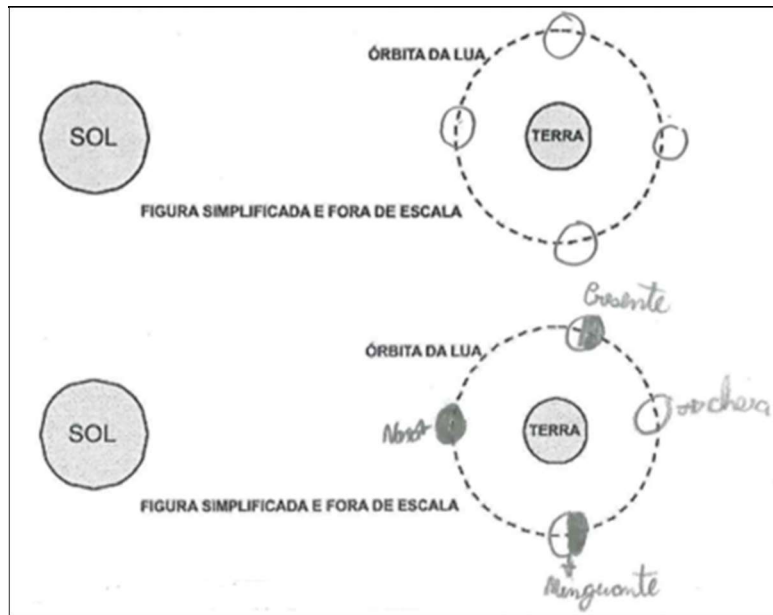


Figura 8. Resposta do estudante 17 na questão 11 no pré-teste (em cima) e no pós-teste (embaixo), verificou-se bom aproveitamento do estudante. Mas percebe-se que ainda prevaleceu um olhar egocêntrico nas representações dos momentos especiais da Lua Nova e da Lua Cheia. Essa questão foi avaliada utilizando duas categorias, a face iluminada (11.2) e o movimento orbital lunar(11.1).

#### QUESTÕES ABERTAS PARA SEREM RESPONDIDAS

1. Qual a influência da distância angular entre o Sol e a Lua na diferenciação das fases lunares?

2. A Lua apresenta a mesma face quando observada daqui da Terra? Se sim ou se não justifique sua resposta.

*Não. Porque daqui nós só vemos quando o sol ilumina.*

3. Ocorrem Eclipses Solares/Lunares a cada 14 dias? Se sim ou se não justifique sua resposta.

Figura 9. Resposta do estudante 17 a questão dois durante o início da proposta. Observa-se na resposta uma visão que carece de perspectivas.

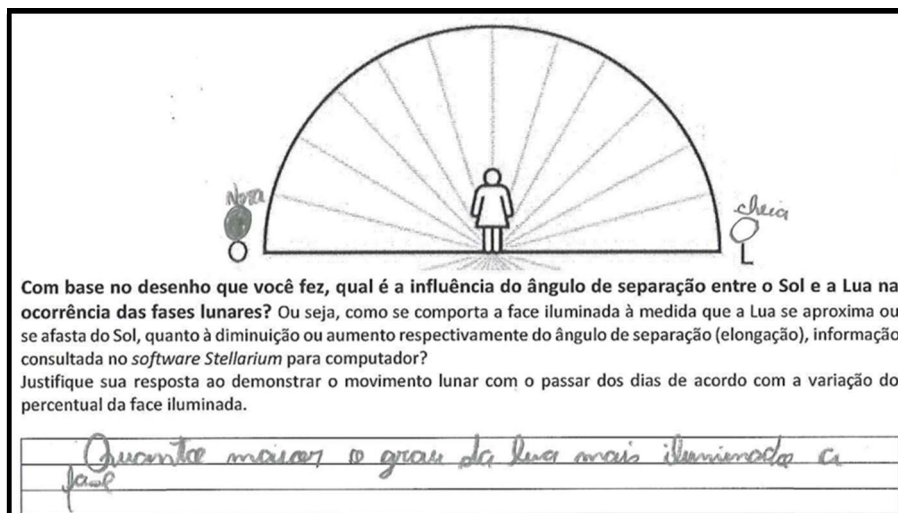


Figura 10. Resposta a questão 15 realizada pelo estudante 17 e que demonstrou assimilação conceitual da evolução das fases lunares.

Ao apresentar o percurso das questões respondidas pelo estudante pretendeu-se demonstrar que a proposta apresentou indícios de que houve uma assimilação dos conceitos apresentados, principalmente aqueles colocados em ação por meio do uso do Modelo Conceitual do Horizonte e assim demonstrar em parte como foi realizada as avaliações das questões discursivas.

## REFERÊNCIAS

BEDAQUE, P. E BRETONES, P. S. Variação da posição de nascimento do Sol em função da latitude. **Revista Brasileira de Ensino de Física** [online]. 2016, v. 38, n. 3 [Acessado 16 Setembro 2022], e3307. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2015-0023>>. Epub 03 Jun 2016. ISSN 1806-9126. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2015-0023>.

GANGUI, Alejandro; DICOVSKIV, Esteban; IGLESIAS, Maria. A Dimensão Espacial Das Fases Da Lua: Contribuições Para Uma Proposta De Ensino. **Physics Education**. 2015. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1505.03186>

KOHATSU, Doris; MURAMTSU, Mikiya. Eclipse em Escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, p. 9-15, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

LANGHI, Rodolfo. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 373-399, ago. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2011v28n2p373/19323>. Acesso em: 31 maio 2021.

LANGHI, Rodolfo. Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.





MANO, Amanda de Mattos Pereira. & SARAVALI, Eliane Giachetto As Relações Entre Compreensão Das Fases Lunares E Construção De Perspectivas: um estudo piagetiano. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 349-369, jan./fev. 2019.

MARRS, Kathleen A.; NOVAK, Gregor. Just-in-Time Teaching in Biology: Creating an Active Learner Classroom Using the Internet. **Cell Biology Education**, v. 3, p. 49-61, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3203712/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

NOVAK, G, PATTERSON, E.T., GAVRIN, A.D., and CHRISTIAN, W. (1999). Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall

MATSUURA, Oscar T. Teatro cósmico: mediação em planetários. **Diálogos & Ciência: mediação em museus e centros de ciência**. Rio de Janeiro: Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, p. 76-80, 2007.

OLIVEIRA, Vagner; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida ( Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 180-206, abr. 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/CASA/Desktop/31555-Texto%20do%20Artigo-126214-1-10-20150409.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

VIDIGAL, W. Q.; BISCH, S. M. ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES EM ASTRONOMIA: O MOVIMENTO APARENTE DO SOL NO CÉU E A DURAÇÃO DOS DIAS E NOITES. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 30, p. 83–113, 2021. DOI: 10.37156/RELEA/2020.30.083. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/492>. Acesso em: 16 set. 2022.