

Fernanda Müller

**AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM DAS FASES DA LUA MEDIADA POR UMA
HIPERMÍDIA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Curso de Graduação em
Física da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Licenciada em Física.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tatiana da Silva

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Müller, Fernanda

Avaliação de aprendizagem das fases da lua mediada por
uma hipermídia educacional no ensino médio / Fernanda Müller
; orientador, Tatiana da Silva, 2018.

84 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Físicas e Matemáticas, Graduação em Física, Florianópolis,
2018.

Inclui referências.

1. Física. 2. Ensino Médio. 3. Fases da Lua. 4.
Hipermídia Educacional. 5. Visualização no ensino de
ciências. I. Silva, Tatiana da . II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Graduação em Física. III. Título.

Fernanda Müller

**AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM DAS FASES DA LUA MEDIADA POR UMA
HIPERMÍDIA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO**

Este trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do Título de Licenciado em Física, e aprovado em sua forma final pelo curso de Graduação em Física,

Florianópolis, 01 de agosto de 2018

Prof. João José Piacentini, Me.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof^a. Tatiana da Silva, Dr^a.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. José Francisco Custódio Filho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Luiz Orlando de Quadro Peduzzi, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a minha mãe e meu irmão que sempre me apoiaram durante essa longa trajetória, também ao meu marido que durante a parte final do curso foi compreensivo e me ajudou, quando era preciso eu trabalhar e estudar.

Meu agradecimento especial é para Prof. Dr^a. Tatiana da Silva, que conheci na primeira fase do curso e foi uma excelente orientadora no PIBID no qual participei por dois anos sendo essencial para minha formação docente, além de ser essa excelente e atenciosa orientadora no meu trabalho final que mesmo após um longo tempo afastada do curso continuou a me orientar quando pude voltar para concluí-lo.

RESUMO

A astronomia é uma área da ciência muito interessante. A observação de fenômenos astronômicos, do céu, das fases Lua e das estrelas causam grande fascínio, despertam grande curiosidade e interesse. Trata-se também de uma área com vasta aplicação no ensino. No entanto, na educação formal há muitos problemas associados à necessidade de visualização dos fenômenos de um referencial privilegiado. O objetivo desse trabalho é avaliar a aprendizagem das fases da Lua após exploração de uma hipermídia educacional CARONTE com modelos cuidadosamente elaborados para fornecer auxílio à visualização deste fenômeno. A intervenção é feita com 72 estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola estadual. A análise foi feita a partir da aplicação de um pré-teste e de um pós-teste que os alunos responderam antes do acesso à hipermídia e após a exploração “livre” da mesma. O enfoque da análise foi em questões com diagramas que permitem buscar inferências sobre o auxílio à visualização propiciada pela interação com os objetos de visualização. Os resultados mostram que os esquemas propostos para a sequência das fases lunares forneceram auxílio a cerca de 61% dos estudantes com elaboração de diagramas coerentes e diferentes dos apresentados no material. Os demais resultados envolvem entre 20 e 30% de esquemas corretos. Além da análise de cada questão calculou-se o ganho percentual global, atribuindo uma nota no pré-teste e outra no pós-teste. O ganho normalizado obtido foi de 27% que é promissor pensando-se no público avaliado e no tipo de exploração feita do material.

Palavras-chave: Ensino Médio. Fases da Lua. Hipermídia Educacional. Visualização no ensino de ciências.

ABSTRACT

Astronomy is an interesting scientific field. The observation of astronomical phenomenon, sky, Moon phases and the stars cause a great fascination and arouse a great curiosity and interest. It's also an area with wide application in education. However, formal education has diversified problems associated with the need to visualize phenomenon from a privilege reference frame. The aim of this study is to evaluate student's learning outcomes about Moon phases after the exploitation of an educational hypermedia called CARONTE which has carefully developed models to enhance learning of this phenomena. The educational intervention was applied to 72 students in the second year in high school at a state school. Analyses are made based on a pre-test and a post-test where students answered before of having access to the educational hypermedia and after the "free" study of it. The goal of the investigation was to inspect how questions with diagrams allow us to infer about the visualization aid provided by the interaction with the visualization objects. The results show that the proposed scheme of lunar positions provides a support to around 61% of students with the creation of consistent diagrams and different from the those presented in the educational hypermedia. The other results are related to 20% and 30% of correct schemes. Besides the analyses of each question, it was calculated the global percentage gain which is around 27%, an encouraging result taking into account the audience assessed and the type of intervention that was applied.

Keywords: High school. Moon phases. Educational hypermedia. Visualization in science education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Proximidade entre imagem e texto que se complementam.....	27
Figura 2 – Disposição dos subtemas da hipermídia Fases da Lua, permitindo uma navegação livre.	30
Figura 3 – Navegação da hipermídia com os botões “voltar” e “avançar”.	31
Figura 4 – Objeto de aprendizagem “As Fases” na posição lua nova.	32
Figura 5 – Imagem estática apresentando que o plano das órbitas da Terra e da Lua não coincidem.	33
Figura 6 – Lua nova com a parte destacada voltada para Terra.	34
Figura 7 – Movimento de translação da lua.....	34
Figura 8 – Movimento de rotação da Lua com mesmo período da translação.	35
Figura 9 – Complementação da iluminação solar da Lua após desacoplamento dos movimentos de translação e rotação com mesmo período.	35
Figura 10 – Interface do subtema “A Lua com Caras Diferentes”.	36
Figura 11 – Resultado da visualização da Lua na fase minguante, após uma sequência de animações com o observador em latitudes diferentes.	37
Figura 12 – Simulador que permite observar a forma de cada fase da Lua em qualquer latitude.	37
Figura 13: Representação incorreta do Aluno 9 antes do contato com a hipermídia.	50
Figura 14: Representação correta do Aluno 9 após a interação com a hipermídia. Parte colorida representa face iluminada.	51
Figura 15: Representação incorreta do Aluno 10 antes do contato com a hipermídia.	51
Figura 16: Representação correta do Aluno 10 após a interação com a hipermídia. Parte colorida representa a face não iluminada.	51
Figura 17 – Sol, Lua e Terra (a figura não está de acordo com as perspectivas de tamanhos e distâncias).	52
Figura 18 – Exemplos de representação correta da face iluminada de cada fase da Lua.	54
Figura 19 – Exemplos de representação incorreta da face iluminada de cada fase da Lua.	54

Figura 20 – Terra e Lua (a figura não está de acordo com as perspectivas de tamanhos e distâncias).	55
Figura 21 – Órbita da Lua ao redor da Terra.....	63
Figura 22: Diagrama baseado na animação, da Lua crescente nos hemisférios norte, sul e no equador.....	65
Figura 23: Diagrama próprio da Lua nos hemisférios norte, sul e no equador.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – O que são as fases da lua? Análise de contingência entre pré e pós-teste.	44
Tabela 2 – Por que a lua apresenta fases: análise de contingência entre pré-teste e pós-teste.....	46
Tabela 3 – Por que a lua apresenta fases: exemplos para cada categoria de resposta do pós-teste após a utilização da hipermídia.....	47
Tabela 4 – Fases da Lua: análise de contingência entre pré-teste e pós-teste.	48
Tabela 5 – Representação de diagramas com a sequência de fases lunares e as faces iluminadas pelo Sol. Exemplos para cada categoria de resposta do pós-teste após a utilização da hipermídia.	50
Tabela 6 – Face da lua iluminada pelo sol em cada fase. Análise entre o pré-teste e o pós-teste.....	53
Tabela 7 – Representação dos principais movimentos da lua. Análise de contingência entre pré-teste e pós-teste.	56
Tabela 8 – Diagrama “Movimentos da Lua”. Exemplo de cada categoria de resposta	57
Tabela 9- Rotação Síncrona, exemplos de explicação verbal e diagrama para cada categoria.....	60
Tabela 10 – Rotação Síncrona: Resultados para as categorias dos diagramas.	60
Tabela 11- Rotação Síncrona: Resultados para categorias de explicações verbais.	61
Tabela 12 – Rotação Síncrona: Tabela de contingência entre pré-teste e pós-teste.	62
Tabela 13 – Formato da fase da Lua em cada Hemisfério e no Equador: Análise entre pré-teste e pós-teste.	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 POR QUE ENSINAR ASTRONOMIA?	15
2.1 LEIS E PARÂMETROS.....	15
2.2 O INTERESSE DESPERTADO	16
2.3 ENSINO DE ASTRONOMIA	18
2.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS NO ESTUDO DA ASTRONOMIA	19
3 O CONTEXTO TEÓRICO	23
3.1 PROBLEMAS NA APRENDIZAGEM DE ASTRONOMIA.....	23
3.1.1 Fases da Lua	24
3.1.2 Movimentos da Lua	24
3.2 TEORIA DA CARGA COGNITIVA	25
3.3 VISUALIZAÇÃO NO ESTUDO DE CIÊNCIAS.....	27
3.4 VISUALIZAÇÃO NO ESTUDO DA ASTRONOMIA	29
3.5 A HIPERMÍDIA FASES DA LUA.....	30
4 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM	39
5 RESULTADOS.....	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS.....	71
ANEXO A.....	77

1 INTRODUÇÃO

Observar o céu e os astros celestes, como a Lua e as estrelas é algo que faz parte do cotidiano e que se faz desde muito cedo. A Lua e suas fases, em especial, chamam a atenção por embelezar o céu e por ser um astro tão visível da superfície terrestre. Da experiência diária de observação deste astro e de suas fases surgem explicações diversas, muitas delas não científicas. Essa observação informal faz com que os indivíduos criem explicações próprias a respeito de como e o porquê da Lua aparecer no céu com aspectos diferentes. Além disso, também surgem muitas crenças populares de que a Lua exerce influências sobre nós, tais como que a Lua determina o nascimento de um bebê, o plantio, o corte de cabelo entre tantos outros eventos terrenos. Crenças que não são cientificamente aceitas (SILVEIRA, 2003).

Sabe-se que cada indivíduo observa o mundo exterior de maneira subjetiva, criando suas próprias representações mentais baseadas na sua percepção a respeito daquilo que ele vê. Essas crenças populares e conceitos alternativos são tão disseminados fazendo com que as crianças entrem no ambiente escolar com uma concepção informal sobre o mundo físico bem arraigada. Uma dificuldade inerente à aprendizagem de fenômenos astronômicos é com relação às dimensões extremamente grandes envolvidas. Observam-se movimentos aparentes no céu em virtude da rotação da Terra e dos astros no espaço, dificultando mais ainda o entendimento dos fenômenos ocorridos. Essa dificuldade de visualização ocorre também com professores que muitas vezes optam por deixar este conteúdo de lado ou abordam de forma incorreta recorrendo a representações equivocadas ou distorcidas normalmente presentes em livros que podem gerar um fracasso na aprendizagem.

Estudos que abordam entendimentos conceituais e concepções alternativas sobre a Lua, mostram que a maioria dos futuros professores, não entende a causa das fases da Lua. Além disso, estes estudos destacam a natureza persistente das concepções alternativas sobre fases da Lua no nível fundamental e médio (CAMINO, 1995; KRINER, 2004; LANGUI, 2004). Muitos professores têm dificuldade de ensinar sobre este fenômeno por ser um assunto relativamente complexo e difícil de os alunos aprenderem pelo alto grau de abstração necessário e por envolver grandes escalas. Além de muitos professores não receberem a formação inicial

adequada gerando uma falta de confiança para ensinar o assunto. A abordagem utilizada em muitos livros didáticos não favorece o professor e nem o aluno tanto no que se refere ao ensino ou à aprendizagem deste conteúdo, além de trazerem erros conceituais. Segundo pesquisa realizada por Puzzo (2005) existem vários erros em figuras e afirmações feitas em livros didáticos, fazendo com que o professor repasse esses conceitos incorretos aos alunos, pois de acordo com a pesquisa os professores não somente utilizam o livro didático como apoio às suas aulas, mas também estudam através deles para ministrá-las, principalmente em relação ao tema Astronomia. Langui e Nardi (2007) também abordam diversos erros conceituais encontrados em livros didáticos.

Uma alternativa para facilitar o ensino das fases da Lua e fazer com que os alunos entendam mais facilmente é através da utilização de recursos visuais, representações ou modelos. O computador pode ser uma ferramenta de ensino valiosa e eficaz, podendo auxiliar na superação das dificuldades de entendimento. Com o uso da internet, temos vários recursos educacionais, como planetários virtuais, simulações, animações e até mesmo projetos que podem ser feitos em sala que ajudam não só a ensinar as Fases da Lua, mas também outros assuntos em diversas disciplinas.

A proposta deste trabalho é a de avaliar a aprendizagem de alunos do Ensino Médio das fases da Lua utilizando-se um recurso educacional digital, a hipermídia CARONTE¹. Ela aborda fenômenos astronômicos básicos dentre eles as fases da Lua e será descrita na seção 3.5.

¹ A hipermídia CARONTE está disponibilizado para uso na internet no endereço: <http://tati.fsc.ufsc.br/caronte/index.html>

2 POR QUE ENSINAR ASTRONOMIA?

Há vasta literatura de pesquisa em ensino de Astronomia que versa sobre concepções alternativas, formação de professores, erros conceituais em livros didáticos, dificuldades e sugestões de ensino. Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) de ciências naturais em todos os níveis de ensino sugerem o ensino de Astronomia. Mas por que ensinar astronomia diante de tantos problemas que nos deparamos?

2.1 LEIS E PARÂMETROS

No Brasil a educação nacional é regida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996) que prevê uma base nacional comum para a educação básica no Artigo 26. Somente em 2017, ou seja, 21 anos depois, foi aprovada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a educação infantil e ensino fundamental. A versão para o Ensino Médio ainda aguarda aprovação. Assim sendo, para este nível de ensino além da LDB tem-se as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM/2000) e os complementares (PCN+).

Na BNCC do Ensino Fundamental uma das unidades temáticas no ensino de ciências é: Terra e Universo, onde se busca compreender as características do Sol, Terra e Lua, suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. A primeira aprendizagem formal sobre a Lua se inicia no 3º ano do ensino fundamental com observações e registros dos astros no céu. No 4º ano o tema retorna com a associação dos movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos de tempo regulares e ao uso desse conhecimento para a construção de calendários em diferentes culturas. No 5º ano retorna-se às observações do céu, mas dessa vez especificamente da Lua, para concluir sobre a periodicidade das suas fases, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses. A unidade temática Terra e Universo está presente em todos os anos do Ensino Fundamental, mas somente no 8º ano os alunos terão contato novamente com conteúdo relacionado à Lua com o objetivo de entender - por meio da construção de modelos e da sua observação no céu - a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre

Sol, Terra e Lua. O ensino de Astronomia se estende ao 9º ano, mas sem ênfase neste astro.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e os complementares (PCN+), que são os documentos legais, na área de ciências da natureza e suas tecnologias, um dos objetivos relacionados à área de Física é o de construir uma visão voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade. E, nesse processo o ensino de Astronomia está diretamente ligado. As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) destaca:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (BRASIL, 2002, p.59)

Os PCN+ na disciplina de Física, possuem como tema estruturador 6: Universo, Terra e Vida, e em uma das suas unidades é retomado novamente o conhecimento sobre a Lua e suas fases, previsto para ter sido visto no ensino fundamental. A unidade tem como objetivo que o aluno conheça as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da Lua e eclipses), compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

2.2 O INTERESSE DESPERTADO

A observação de fenômenos astronômicos, do céu, das fases da Lua e das estrelas causa grande fascínio, desperta grande curiosidade e interesse sobre o assunto. As novas descobertas astronômicas que são divulgadas na mídia, as mais variadas informações que estão disponíveis na internet, o avanço tecnológico, filmes de ficção científica com naves espaciais levantam questões sobre os mais variados fenômenos envolvendo a Astronomia. As crianças ao se depararem com essas informações podem ir em busca de explicações (TIGNANELLI 1998). Elas vivem num mundo onde os meios de comunicação nos bombardeiam com notícias

diversas muitas vezes criando inquietações. A mídia é capaz de transmitir informações, algumas das quais não são realmente científicas, mas não é capaz de dar as explicações satisfatórias, com frequência, “deficientes” a respeito das informações divulgadas.

A Astronomia é considerada uma das ciências mais antigas desenvolvidas pelo homem e esse aspecto histórico desperta interesse de qualquer pessoa, não importa a faixa etária. Soler e Leite (2012), realizaram uma revisão bibliográfica e fizeram um levantamento de artigos que justificam a importância de se ensinar Astronomia, classificando as informações mais relevantes em quatro categorias: Despertar de sentimentos; Relevância sócio-histórico-cultural; Ampliação de visão de mundo e conscientização; e Interdisciplinaridade.

Com respeito ao despertar de sentimentos os autores destacam a curiosidade e fascínio.

Pode se afirmar que a Astronomia é uma das áreas que mais atrai a atenção e desperta a curiosidade dos alunos, desde os primeiros anos escolares até sua formação nos cursos de graduação, abrangendo todas as áreas, como Matemática, Geografia, Pedagogia e, principalmente, a Física.” (SOLER E LEITE 2012, p. 373 apud BERNARDES; IACHEL; SCALVI, 2008, p. 105).

Um segundo aspecto de interesse é a relevância sócio-histórico-cultural que a Astronomia tem, e a “influência histórica dessa ciência para a evolução das civilizações ao longo do tempo, como a possibilidade de se realizar registros da passagem do tempo” (SOLER e LEITE, 2012). Outro aspecto citado pelos autores que é relevante para essa pesquisa é a interdisciplinaridade, pois podemos relacioná-la com outras áreas do conhecimento humano, além de utilizá-la como motivador para outros conteúdos da Física.

Assim, a Astronomia tem forte relação com outras ciências e pode ser uma área da ciência bastante útil para o professor, dando a ele oportunidade de trabalhar o conhecimento de forma interdisciplinar, como pode-se observar na literatura.

O interesse que a Astronomia desperta nas crianças, é um motor poderoso o suficiente para permitir ao docente uma reorientação da estrutura escolar e aproveitar a sua curiosidade por essa ciência para não somente desenvolver conceitos básicos, mas favorecer o desempenho de outros pertencentes a diferentes disciplinas científicas e humanas. (TIGNANELLI, 1998).

Na seção seguinte apresentam-se algumas maneiras de se utilizar o interesse dos alunos pela astronomia como ferramenta para abordar outros conteúdos.

2.3 ENSINO DE ASTRONOMIA

O ensino de assuntos relacionados à Astronomia não se encontra somente no ensino médio, mas como vimos já deve estar presente desde os anos iniciais do ensino fundamental e pode ser de grande auxílio para a compreensão de outros conceitos, tanto físicos como matemáticos. Durante o processo escolar vão sendo adquiridos conhecimentos que são necessários para o entendimento das fases da Lua e de acordo com a BNCC os estudos no eixo temático Terra e Universo ampliam a orientação espaço-temporal do aluno, com especial enfoque no Sistema Terra-Sol-Lua.

O conhecimento espacial é ampliado e aprofundado por meio da articulação entre os conhecimentos e as experiências de observação vivenciadas nos anos iniciais, por um lado, e os modelos explicativos desenvolvidos pela ciência, por outro. Dessa forma, privilegia-se, com base em modelos, a explicação de vários fenômenos envolvendo os astros Terra, Lua e Sol, de modo a fundamentar a compreensão da controvérsia histórica entre as visões geocêntrica e heliocêntrica. (BRASIL, 2017, p.326)

O papel do professor é fundamental, pois existem contradições entre o que os alunos veem – movimento aparente do Sol no céu – e o que escutam que é a Terra que se movimenta e não o Sol. Outro fenômeno observado são as fases da Lua, que faz com que a Lua mude de aparência constantemente e volta ter a mesma forma aproximadamente quatro semanas depois. Uma primeira aproximação para conhecer as fases da Lua é realizar observações diárias durante um mês, em vários horários, com registros em tabela, mas só isso não é o suficiente para sua compreensão. É preciso um aliado para poder interpretar as observações, pois no referencial da Terra é muito complexo entender o que acontece. Assim, o professor deve utilizar técnicas e estratégias didáticas para auxiliar aos alunos na compreensão dos conceitos/fenômenos envolvidos. Mas alguns materiais didáticos, quando se trata desse assunto, não ajudam os professores e, muitas vezes a forma como os conceitos são apresentados e as imagens utilizadas podem causar dúvidas e até mesmo o entendimento errado por parte dos alunos.

Quando chega nos anos finais do ensino fundamental espera-se que o estudante possa compreender a dinâmica do Sistema Solar, e o fenômeno da

gravidade, que está presente nas investigações sobre os movimentos da Terra, da Lua e demais corpos celestes.

Nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio a Astronomia pode ser um forte aliado, como motivador e tema interdisciplinar para compreensão de diversos conteúdos. Pode-se utilizar o sistema solar no processo de ensino e aprendizagem das diferentes unidades de medidas, escalas de tamanhos de planetas e estrelas e rever conceitos como notação científica e ordens de grandeza. A atração gravitacional entre Sol-Terra-Lua pode dar nova dimensão ao modelo explicativo das fases da Lua e pode ser ponto de partida e objeto interdisciplinar para o ensino da mecânica, relação entre força e movimento, leis de Newton e gravitação universal. Os estudos e a realização de experimentos sobre eclipses podem aprofundar as ideias relativas à luz, à projeção de sombras, à distância e intensidade luminosa, a possibilidade de visão, produção, absorção e reflexão da luz. A discussão sobre a distância entre os astros, Terra, Lua e Sol, pode ser vinculada com questões sobre a velocidade da luz e unidades astronômicas e o tema de astronomia pode ser relacionado com Física Moderna e Contemporânea. Schmitt (2005) realizou um trabalho que consiste em aulas para o ensino médio, utilizando a Astronomia como tema motivador, com um olhar direcionado ao conteúdo de radiações eletromagnéticas.

Vecchia et al (2012) fazem um levantamento de que ações se mostram mais motivadoras à aprendizagem de Astronomia, como participação em olimpíadas de Astronomia e Física, palestras, visitas a planetários e ao uso do telescópio. Segundo a pesquisa, mais da metade dos alunos se mostram interessados a aprender Astronomia com o uso do telescópio como ferramenta. Pode-se considerar esse interesse para abordar o conceito de óptica, como princípios de propagação da luz, espelhos, lentes, e formação de imagens. Assim, a Astronomia pode ser um meio de chamar atenção dos alunos para diversos conteúdos da física.

2.4 DIFICULDADES ESCONTRADAS NO ESTUDO DA ASTRONOMIA

A Astronomia tem um poder especial para atrair as pessoas e pode ser usada como gatilho para muitos conteúdos físicos, como alguns exemplos citados anteriormente. Kepler (2000), a descreve:

O estudo da Astronomia tem fascinado as pessoas desde os tempos mais remotos. A razão se torna evidente quando contemplamos o céu em uma

noite limpa e escura. Depois que o Sol – nossa fonte de energia – se põe, as belezas do céu noturno surgem em todo o seu esplendor. A Lua se torna o objeto celeste mais importante, continuamente mudando de fase. As estrelas aparecem como uma miríade de pontos brilhantes, entre as quais os planetas se destacam por seu brilho e movimento entre as estrelas, lento mas claramente percebido. E a curiosidade para saber o que há além do que podemos enxergar é inevitável.” (KEPLER, 2000, p.23)

Para encantar os estudantes com a Astronomia, os professores devem ter total domínio e confiança para ensinar o assunto e sabe-se que a realidade encontrada nas salas de aula é diferente. Infelizmente os problemas são muitos, retomando o que foi visto sobre a proposta curricular da BNCC do ensino fundamental, o primeiro obstáculo encontrado é que a observação de muitos fenômenos relacionados à Astronomia ocorre em intervalos de tempo bem maiores do que outros acontecimentos do nosso cotidiano. A Base sugere que no 5º ano os alunos façam constantes observações do céu para visualizar e identificar mudanças nas fases da Lua, mas como o próprio documento menciona isso deve ser feito em um longo período de tempo, depende das condições climáticas e pode tornar-se algo desgastante, cansativo e pouco adequado ao tempo disponível. Algo mais agravante é a enorme deficiência na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental já mencionada anteriormente, e que leva esses professores a desconsiderarem esse conteúdo. Langui e Nardi (2005) entrevistaram professores desse nível de ensino e os docentes não se mostraram preparados. Comentam que o conteúdo é difícil e distante da realidade dos alunos e que se sentem inseguros quando fazem perguntas relacionadas à área.

O docente não preparado para o ensino da Astronomia durante sua formação promove o seu trabalho educacional com as crianças sobre um suporte instável, onde essa base pode vir das mais variadas fontes, desde a mídia até livros didáticos com erros conceituais, proporcionando uma propagação destas concepções alternativas. Caso um histórico das concepções espontâneas em Astronomia de alguns professores pudesse ser traçado, talvez fosse possível encontrar concepções sobre fenômenos astronômicos neles que tiveram origem em sua própria infância e, persistindo durante anos, atravessaram intactas os momentos em que deveriam ser desestabilizadas e modificadas, mas por inexistência de tais momentos, as concepções acompanharam a inteira formação do docente e agora em sala de aula, seus alunos por sua vez as apreendem, denotando uma dominância de paradigmas. (LANGUI e NARDI, 2005, p.84)

A deficiência na formação não é exclusividade de professores dos anos iniciais. Ela começa no processo de formação docente até das áreas específicas. Existe uma enorme deficiência no ensino de Astronomia no nível superior do curso de Física. Pode-se citar como exemplo nosso curso de licenciatura. Ao analisar o

currículo não se encontra nenhuma disciplina que trate sobre o tema, possui somente disciplinas optativas presentes no currículo do bacharelado, como Introdução à Astronomia e Astrofísica que abordam assuntos como: o Sol e sistema solar, noções básicas de sua estrutura; noções de astronomia de posição; estrelas, estrutura interna e evolução magnitude, brilho, espectro e classificação; estrelas binárias, anãs-brancas, estrelas de nêutrons e buracos negros; galáxias, estrutura e evolução; cosmologia; a Lei de Hubble o modelo do Big Bang e o futuro do Universo. Analisando outra universidade pública de Santa Catarina, a UDESC, o currículo de Licenciatura em Física possui uma disciplina na sua grade de 54h chamada Astronomia, que trata das coordenadas astronômicas, instrumentos de medidas astronômicas, gravitação, sistema solar e cosmologia. Existem pesquisas na área que apontam os conhecimentos básicos que um professor de ensino fundamental e médio deve possuir. Langui e Nardi (2010) citam os principais conteúdos segundo a perspectiva de alguns pesquisadores. Para Tignanelli (1998) “Os principais conteúdos de Astronomia que deveriam estar presentes no ensino fundamental são os relacionados aos fenômenos cotidianos observáveis [...] céu e planeta, luz e estrela, nascer e ocaso, dia e noite, órbita, planeta e satélite, dia e noite lunar, fases lunares, manchas solares.” Os conteúdos relevantes segundo a visão de Ostermann e Moreira (1999) são no mínimo: estações do ano, planetas, e fases da Lua.

Costa e Gómez (1989), quando abordam o conhecimento astronômico obrigatório do professor que ministra aulas na educação secundária, menciona a existência de uma controvérsia entre pesquisadores. Alguns preferem manter o ensino tradicional sobre as fases da Lua e sistema solar enquanto outros defendem a aplicação de conteúdos relacionados aos tópicos mais atualizados da astrofísica e cosmologia, como a evolução estelar, os buracos negros, o Big Bang e a expansão do Universo. Baseando-se na proposta tradicional os conteúdos mais relevantes citados por eles são: a observação do Universo, planetas, estrelas e galáxias; a Via Láctea e o Sistema Solar; características físicas da Terra e os outros componentes do Sistema Solar; movimentos da Terra: as estações, o dia e a noite, os eclipses e as fases da Lua; evolução histórica das concepções sobre o lugar da Terra no universo, a passagem do geocentrismo para o heliocentrismo como primeira e grande revolução científica. Não importa quais conceitos trabalhados, o docente não sai preparado para ministrar nenhum deles, propagando erros e concepções alternativas.

No entanto, mesmo diante da falta de conhecimento adquirido na sua formação sobre temas de Astronomia, muitos professores procuram se aperfeiçoar e estudar para ministrar as suas aulas, em especial o livro didático, ou apostila guia os professores na preparação. A dificuldade é que livros didáticos podem apresentar erros conceituais, ou apresentam conceitos e imagens de forma confusa, deixando o professor inseguro e propagando ensinamentos de sua própria época escolar. (LANGHI, 2004)

Um outro problema é o ensino de astronomia na disciplina de geografia. Os antigos PCN's, no qual foram baseados trabalhos e artigos acadêmicos até o momento, não possui nenhuma menção sobre o ensino de Astronomia, ela remete somente às estações do ano, mas no contexto relacionado ao clima. No entanto fazendo uma pesquisa rápida se encontra muitos artigos que possuem como tema principal "O ensino de astronomia na geografia".

A atual BNCC não traz como objetos de conhecimento em geografia nenhum assunto relacionado com Astronomia, mas nos livros didáticos de geografia aparece esse tema, mostrando o descompasso entre os documentos norteadores da educação e os livros didáticos (CAVALCANTE, 2012).

No próximo capítulo será discutido sobre os problemas mais comuns na aprendizagem de Astronomia, a importância da visualização no ensino e na aprendizagem e as vantagens de utilizá-la para o estudo da Astronomia.

3 O CONTEXTO TEÓRICO

Neste capítulo será abordada a importância da visualização no ensino de Astronomia, devido às grandes dimensões envolvidas, os conceitos incorretos das fases da Lua que aparecem em imagens, nos conteúdos dos livros didáticos, os problemas relacionados à aprendizagem e concepções alternativas dos assuntos abordados na pesquisa.

3.1 PROBLEMAS NA APRENDIZAGEM DE ASTRONOMIA

Já foi discutido como a Astronomia tem grande potencial como tema motivador para outros conteúdos, mas como ensinar efetivamente os conteúdos de Astronomia de forma significativa?

Fagundes (2014) ao dissertar sobre a aprendizagem de Astronomia menciona como é difícil para um observador na superfície da Terra compreender o que acontece no céu devido às escalas de tamanhos e distâncias serem extremamente grandes além do que as observações feitas na Terra na realidade são os movimentos aparentes dos astros dificultando ainda mais a percepção do fenômeno. Para que a aprendizagem de Astronomia seja eficaz, se faz necessário o uso de recursos, como modelos ou representações entendidos como objetos de visualização, que dentre outras coloquem o observador em outro referencial.

A história da ciência nos mostra como a observação de fenômenos astronômicos do referencial terrestre é algo complexo, tanto que no século I Claudio Ptolomeu elaborou e estruturou um sistema astronômico que dominou até Copérnico no século XVI, baseado na visualização de movimentos aparentes no céu, o modelo geocêntrico (PEDUZZI, 2015). Essa dificuldade persistiu por tanto tempo que pode ser um dos obstáculos que os alunos enfrentam ao estudar esses movimentos nos dias de hoje. Assim utilizar somente a observação do céu para o ensino de Astronomia não parece ser eficaz e exige uma alta capacidade de abstração.

A dificuldade precede o entendimento dos fenômenos: começa pela forma esférica da Terra, aumenta na percepção do tipo de movimento espacial descrito pelos demais corpos celestes, e culmina na necessidade de visualização dos movimentos dos astros nos diferentes referenciais. Ou seja, a compreensão dos fenômenos astronômicos exige um alto grau de abstração, de visão espacial e uma forma de pensar científica para sua

análise. Em geral, essas habilidades e a capacidade de conectar essas ideias com o que vivenciam no mundo à sua volta não são habituais entre os estudantes. (SILVA e BARROSO, 2008, p.5)

O domínio do conhecimento por parte do professor e a adoção de estratégias didáticas adequadas serão cruciais para que o ensino de Astronomia seja eficaz e faça sentido para o aluno nas diversas áreas que ela pode ser aplicada.

A seguir apresentam-se algumas dificuldades de aprendizagem sobre alguns fenômenos astronômicos que são abordados na hipermídia educacional CARONTE que será apresentada na seção 3.5. Ela foi elaborada levando-se em consideração resultados de pesquisas referentes às concepções alternativas que os alunos têm sobre esses fenômenos.

3.1.1 Fases da Lua

As fases da Lua ocorrem porque ela reflete a luz solar e o que vemos dessa reflexão da luz na Terra depende das posições relativas entre Sol, Terra e Lua. A localização do observador na Terra define o formato de como percebemos a fase.

As maiores dificuldades com relação à aprendizagem das fases ocorrem devido à dificuldade de interpretar o que observamos. Muitos acreditam que elas ocorrem devido à sombra de outros astros, além de confundirem com os eclipses.

Kriner (2004) aborda alguns dos conhecimentos prévios adquiridos pelos alunos, como que as fases são causadas porque as nuvens cobrem a Lua, pela sombra produzida pela Terra, pela sombra produzida pelo Sol ou pela sombra dos outros planetas. IACHEL et al. (2008) fazem uma breve revisão literária que contempla algumas pesquisas envolvendo concepções alternativas sobre o fenômeno de formação das fases da Lua e encontrou as mesmas concepções apresentadas por Kriner (2004).

3.1.2 Movimentos da Lua

Muitos problemas de aprendizagem ocorrem em relação aos movimentos da Lua, pois muitos pensam que a Lua realiza somente o movimento de translação ao redor da Terra. O fato de ela sempre possuir a mesma face voltada para a Terra (rotação síncrona) dá a impressão dela não possuir o movimento de rotação. Mas é justamente o contrário, se ela não possuísse rotação veríamos da Terra todas as suas faces.

A explicação cientificamente aceita é que dentre os movimentos da Lua, ela possui movimento de translação (revolução) ao redor da Terra e movimento de rotação em torno do seu próprio eixo que possuem o mesmo período, ou seja, acontecem no mesmo intervalo de tempo, juntamente com o movimento translação ao redor do Sol acompanhando a Terra. A Lua apresenta também um movimento oscilatório pouco conhecido chamado Libração. Esse balanceio mostra partes da Lua que não seriam visíveis caso esse movimento não ocorresse.

3.2 TEORIA DA CARGA COGNITIVA

Estudar a cognição humana é interessante quando se busca condições para potencializar a aprendizagem. É pertinente conhecer os mecanismos de processamento, codificação e recuperação de informações além do processo de alteração de conhecimento e como o ser humano relaciona todas essas informações com o mundo externo. A teoria da carga cognitiva (TCC) proposta por Sweller possui um conjunto de princípios com o objetivo de criar condições de aprendizagem eficientes e, portanto, promover um aumento na capacidade do processo de cognição humana. Segundo modelos de arquitetura cognitiva humana existe uma memória de longo prazo, considerada a estrutura central da arquitetura, que possui capacidade ilimitada e uma memória de trabalho que possui capacidade limitada e é ela que faz a mediação entre a memória sensorial que recebe as informações externas e a memória de longo prazo. Quando se lida com novas informações para as quais não existe qualquer conhecimento prévio, a memória de trabalho humana é extremamente limitada em capacidade, sendo necessário apresentar as informações sem sobrecarregá-la para que seja possível recuperação e armazenamento da informação na memória de longo prazo de forma a propiciar um processo de aprendizagem bem-sucedido.

A TCC especifica duas fontes de sobrecarga. A primeira é a carga cognitiva intrínseca que está diretamente ligada à complexidade do conteúdo estudado. Como parte desta carga há a carga cognitiva relevante que é a carga associada ao processo inerente de aprendizagem envolvendo o esforço mental útil necessário para que haja aprendizagem. A segunda e que deve ser evitada ao máximo é a carga cognitiva extrínseca (irrelevante) que não auxilia na construção de esquemas mentais e só desperdiça os recursos mentais, que são limitados, devido ao esforço

imposto em função da forma como é apresentado o material. Essas duas fontes são aditivas e não podem exceder a capacidade total de carga na memória de trabalho. Dessa forma a elaboração de um objeto de aprendizagem/material didático deve tomar alguns cuidados para evitar a carga cognitiva extrínseca permitindo que haja “espaço” para a carga cognitiva relevante resultando em alterações úteis (criação de esquemas) na memória de longo prazo.

Sweller (2008) propõe na TCC o que é preciso ser levado em conta na construção de um material, especialmente de materiais didáticos digitais. Um cuidado é com respeito ao efeito de divisão de atenção. Devemos integrar mais fontes de informações somente quando elas são ininteligíveis isoladamente e só podem ser compreendidas em conjunto umas com as outras. E, essa integração deve apresentar as informações próximas espacialmente na tela para evitar a divisão de atenção. A distância entre dados que se complementam vai exigir recursos de memória de trabalho dos alunos pois deverão integrar mentalmente as duas fontes, como um texto que explica um diagrama que está distante na tela. Múltiplas fontes de informações que podem ser entendidas isoladamente não devem estar fisicamente integradas, pois pode ser um desperdício de recursos mentais.

Outro efeito tratado por Sweller (2008) é o efeito modalidade. A memória de trabalho é composta por dois canais, o verbal e não verbal (pictórico) que são independentes. Logo, a utilização simultânea de ambos formatos auxilia no processamento mais eficiente das informações. Portanto, quando alguma informação precisa de mais fontes para ser entendida a utilização dos dois canais pode ser benéfica. Por exemplo, numa animação uma gravação com o texto falado em vez de escrito pode facilitar a aprendizagem, segundo pesquisas, pois o processamento das informações ocorrerá em paralelo. Muitas informações que devem ser integradas usando somente um canal, o visual por exemplo, pode sobrecarregar a memória de trabalho atrapalhando na aprendizagem.

Mais um efeito que deve ser evitado é o de redundância, conforme brevemente falado só se deve integrar fontes de informações quando necessário para aprendizagem. Uma mesma informação que é apresentada de forma redundante pode ser prejudicial. Sweller (2008) declara que ao apresentar a mesma informação na forma falada e escrita é desnecessário, assim como qualquer

informação adicional irrelevante para aprendizagem, tais como imagens de decoração, som de fundo, ou desenhos animados. Em contextos de ensino, a redundância pode ser frequentemente encontrada quando a informação textual repete informações encontradas em um diagrama.

Observa-se o cuidado com esses efeitos na hipermídia CARONTE, por exemplo, no objeto “Fases da Lua”. A figura 1 mostra uma imagem estática da hipermídia onde são apresentadas informações na forma de imagem (não verbal) e texto (verbal) e, estão próximas espacialmente evitando o efeito divisão de atenção.

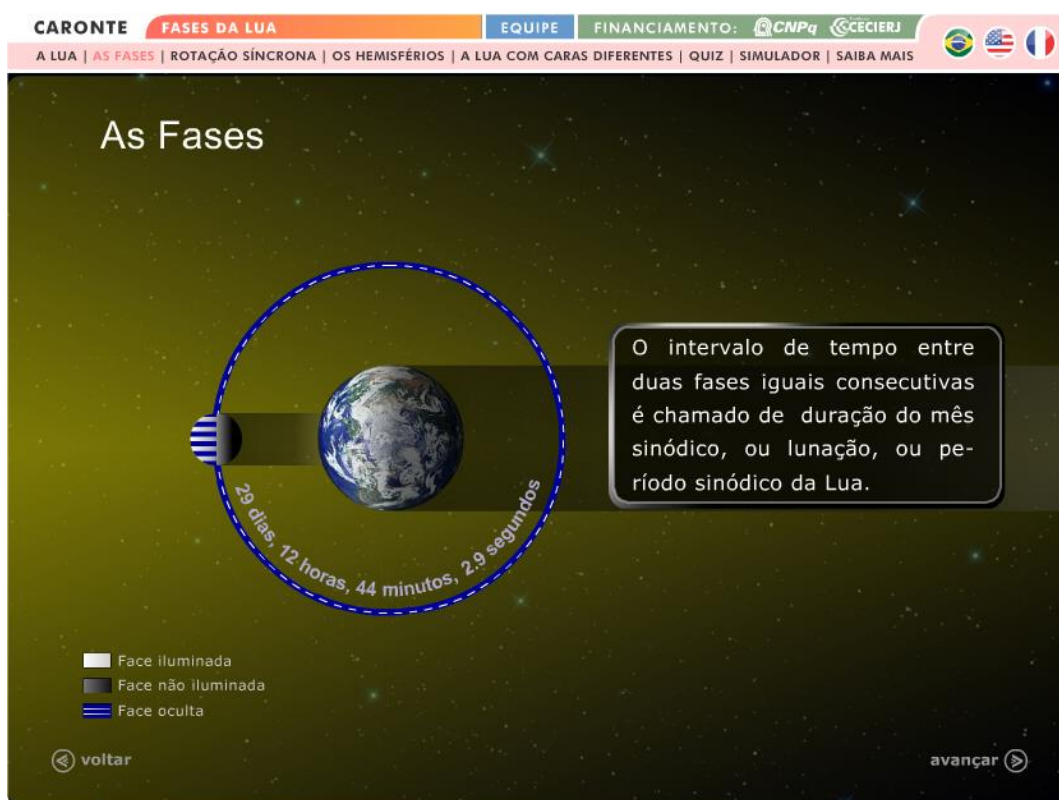


Figura 1 – Proximidade entre imagem e texto que se complementam

3.3 VISUALIZAÇÃO NO ESTUDO DE CIÊNCIAS

De posse dessas recomendações/cuidados que devem ser tomados na construção de um material digital podemos nos perguntar como criar os diagramas, animações, gráficos, áudios, textos entre outros de modo a explorar os dois canais de processamento da memória de longo prazo de forma eficiente. Há especificidades quando se trata do ensino e da aprendizagem de ciências? Entendemos que esses recursos precisam fornecer auxílio à visualização. Então

surge outra pergunta: Qual a importância da visualização no estudo de ciências? Teruya e Marson (2011, p.2) citam três usos mais comuns do termo visualização:

Como representações externas, com finalidade didática, como gráficos, diagramas, modelos e simulações; como representações internas, definidas como construtos mentais internos ou modelos mentais; e como habilidade espacial, que compreende a habilidade de lidar com informações desse gênero (apud GOBERT, 2005, p. 73).

Gilbert (2008) menciona que somos capazes de compreender o mundo porque desenvolvemos a capacidade de separá-lo em partes, criando uma representação interna a partir da visualização de uma representação externa. O uso de modelos é essencial nesse processo, pois no estudo de ciências muitos conceitos são desafiadores de serem compreendidos sem o auxílio de recursos visuais. A visualização desses modelos pode auxiliar no entendimento do mundo natural de forma menos complexa.

Nas pesquisas relacionadas sobre visualização, Vavra et al (2011) identificaram três distinções importantes na conceituação da visualização: objetos de visualização, visualização introspectiva e interpretativa. Os objetos de visualização podem ser físicos, como imagens, modelos tridimensionais, diagramas esquemáticos e ilustrações geométricas ou objetos digitais como exibições geradas por computador, simulações, animações e vídeos. A visualização introspectiva relaciona-se com as representações mentais criadas “espontaneamente” a partir da observação dos fenômenos, e a visualização interpretativa envolve uma ação cognitiva resultante da mudança no pensamento como resultado da interação entre um objeto de visualização e a visualização introspectiva.

O uso de imagens é também uma ferramenta importante na visualização. Segundo Anágua (2014, p.15):

Estas desempenham um importante papel no processo ensino aprendizagem porque ao observarem as imagens, os alunos estabelecem relações e comparações que contribuem para a elaboração de um modelo mental mais completo (apud GIBIN e FERREIRA, 2010, p.1811)

A utilização de hipermídias com animações pode auxiliar no estudo de fenômenos astronômicos fornecendo via objetos de visualização uma melhor compreensão do que está sendo estudado. “Modelos” podem ser emprestados (princípio do empréstimo na TCC) aos alunos para que possam auxiliar na interação entre suas representações internas e representações externas presentes no material

favorecendo a visualização interpretativa. Essa integração pode propiciar a criação de esquemas “corretos” resultando num processo bem-sucedido de aprendizagem.

No tópico seguinte será discutida a importância da visualização no ensino e estudo da Astronomia.

3.4 VISUALIZAÇÃO NO ESTUDO DA ASTRONOMIA

Utilizamos a visão como um dos principais sentidos para observar o que há ao nosso redor. Mas quando se trata do estudo da Astronomia coletar informações do mundo real muitas vezes não é suficiente para compreensão dos fenômenos. Segundo Silva e Barroso (2008), as dificuldades relatadas em relação ao ensino de fenômenos astronômicos básicos provavelmente estão relacionadas à necessidade de um alto grau de abstração, de visão espacial e de uma forma de pensar pouco habitual para os estudantes. Informações visuais e mudanças de sistemas de referência, entre outros aspectos, são necessários para que os conteúdos sejam firmemente ancorados na estrutura cognitiva do estudante.

Diante da dificuldade imposta devido às grandes dimensões envolvidas e a necessidade de observação do fenômeno de um referencial privilegiado precisa-se de mecanismos que facilitem a aprendizagem. A exploração de recursos visuais assume um papel importante na aprendizagem por fornecer auxílio aos alunos na compreensão dos conteúdos. A utilização de recursos digitais como hipermídias educacionais, com imagens estáticas e animações ou maquetes (KRINER, 2004) mesmo com suas limitações e diferenças em relação ao real são um modo de representação que diminuem a abstração necessária para a compreensão dos conteúdos (MORAIS & PAIVA, 2007) e pode ser de grande ajuda no processo de aprendizagem, facilitando a construção de modelos mentais.

Além disso, Dias e Chagas (2015) apresentam referência de pesquisa que considera a visualização de animações, aliadas a outros recursos e utilizadas de acordo com metodologias de ensino adequadas, permite que os alunos aprendam sobre ciência de uma forma lúdica e interativa com consequências positivas nas suas aprendizagens. Menciona também que estudos recentes indicam que os alunos preferem estudar a partir de animações em vez dos livros escolares. Se as animações motivam e ajudam os alunos na aprendizagem, então, vale a pena

investir no desenvolvimento, no estudo e no aperfeiçoamento dessas animações, juntamente com sua exploração pedagogicamente fundamentada.

3.5 A HIPERMÍDIA FASES DA LUA

A Hipermídia CARONTE (Conteúdo de Astronomia paRa O eNsino apoiado em TEcnologias) é um objeto de aprendizagem composto por recursos hipermídias menores, com os temas: Fases da Lua, Movimentos da Terra e Marés. Cada um desses temas é apresentado com objetos de aprendizagem ainda menores, como simulações, animações, imagens e outros recursos visuais. A Hipermídia foi elaborada a partir de métodos instrucionais que permitem uma melhor aprendizagem a partir da visualização de fenômenos difíceis de compreender devido à abstração necessária.

O objeto Fases da Lua está organizado em subtemas ainda menores para facilitar o entendimento visando redução da carga cognitiva intrínseca. Esses subtemas são: A Lua, As fases, Rotação Síncrona, Os hemisférios, A Lua com caras diferentes, Quiz, Simulador e Saiba mais. Pode-se observar a disposição dos temas na Figura 2.



Figura 2 – Disposição dos subtemas da hipermídia Fases da Lua, permitindo uma navegação livre.

A construção da hiperfídia Fases da Lua permite aos alunos “avançar” ou “voltar” de acordo com sua necessidade conforme mostra a Figura 3. Ou navegar de forma não linear pelos subtemas dispostos na barra de navegação superior. Essa interatividade permite que o espectador veja e reveja diferentes partes em qualquer sequência de acordo com sua capacidade de compreensão e de acordo com o interesse em cada subtema.

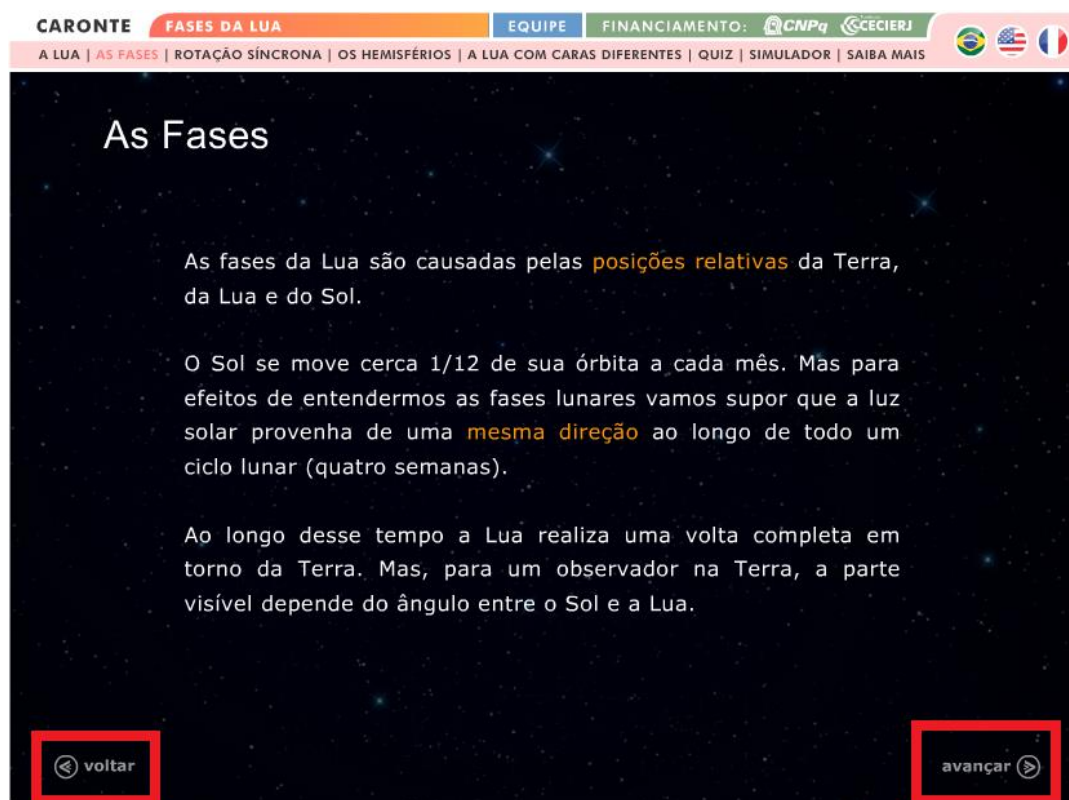


Figura 3 – Navegação da hiperfídia com os botões “voltar” e “avançar”.

Os aspectos visuais e recursos utilizados são animações não interativas, interativas, imagens estáticas e textos. A combinação desses recursos respeita a teoria da carga cognitiva, pois estudos mostram que utilização de recurso em excesso e de forma indevida sobrecarrega a capacidade cognitiva comprometendo a aprendizagem (SWELLER, 2008; BODEMER et al, 2004). A hiperfídia também em várias partes possui imagens interativas ou não interativas com texto explicativo bem próximo e isso é benéfico. Fagundes (2014) destaca pesquisadores que aprovam essa disposição, pois evita o efeito de divisão de atenção e o uso de legendas guia o aluno na integração de diferentes fontes de informação. Durante a visualização da hiperfídia pode ser observado todas essas características citadas que facilitam a aprendizagem do aluno.

A hiperfídia Fases da Lua inicia com a apresentação que a Lua é o satélite natural da Terra que não possui luminosidade própria, mas sim reflete a luz solar. Apesar de ser um conceito básico e que a maioria dos alunos já sabe, o texto explicativo é essencial, pois as fases só ocorrem porque a Lua não possui luz própria. Logo, no subtema As Fases, há uma animação interativa com as quatro fases principais da Lua: nova, quarto crescente, cheia e quarto minguante. São destacadas as posições relativas do Sol, Terra e Lua em cada uma. A representação utilizada é a mesma da maioria dos livros didáticos e muitos alunos podem entender que na animação da fase nova a luz solar está sendo bloqueada pela lua (Eclipse Solar) (Figura 4) e na fase cheia, a iluminação solar está sendo bloqueada pela Terra (Eclipse Lunar). Nesse momento entra a vantagem de uma hiperfídia, mesmo que a primeira imagem seja semelhante aos livros nas duas fases que se dá a entender que sempre ocorre um eclipse, possui um botão *clique sobre a Lua* onde é possível acessar uma imagem estática, bem clara mostrando que há um ângulo de 5° entre os planos das órbitas da Terra e da Lua (Figura 5).



Figura 4 – Objeto de aprendizagem “As Fases” na posição lua nova.

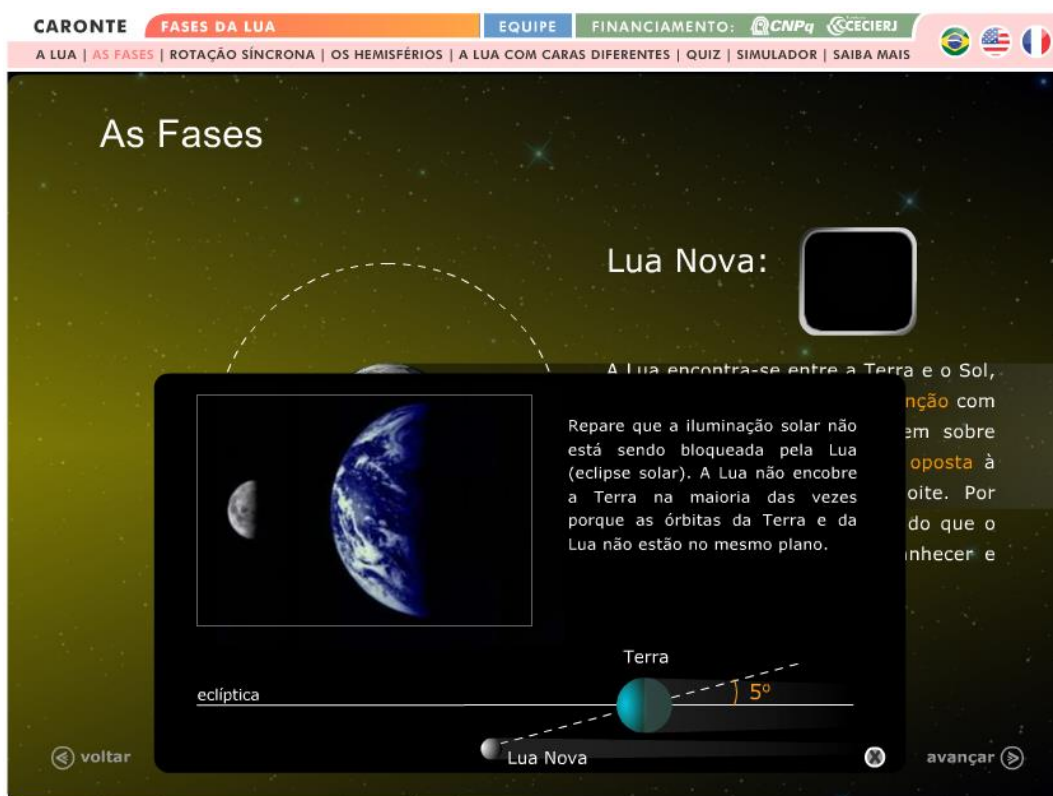


Figura 5 – Imagem estática apresentando que o plano das órbitas da Terra e da Lua não coincidem.

No subtema, rotação síncrona, há uma animação interativa que divide a Lua em quatro quadrantes todos enumerados e com a face voltada para a Terra sempre destacada. Para indicar que os movimentos de rotação e translação da Lua possuem o mesmo período, na hipermídia eles foram representados separadamente de forma sequencial. Na figura 6 apresenta-se a Lua na fase nova com a face oculta iluminada e com os quadrantes 2 e 4 voltados para a Terra. Na figura 7 ocorre o movimento de translação da Lua, fazendo com que os quadrantes 1 e 2 fiquem voltados para a Terra, na sequência ocorre a rotação com período igual ao da translação da Lua e, novamente, os quadrantes 2 e 4 ficam voltados para a Terra (Figura 8). Por último ocorre a mudança na iluminação da Lua sendo possível observar que todos os lados recebem luz (Figura 9).



Figura 6 – Lua nova com a parte destacada voltada para Terra.

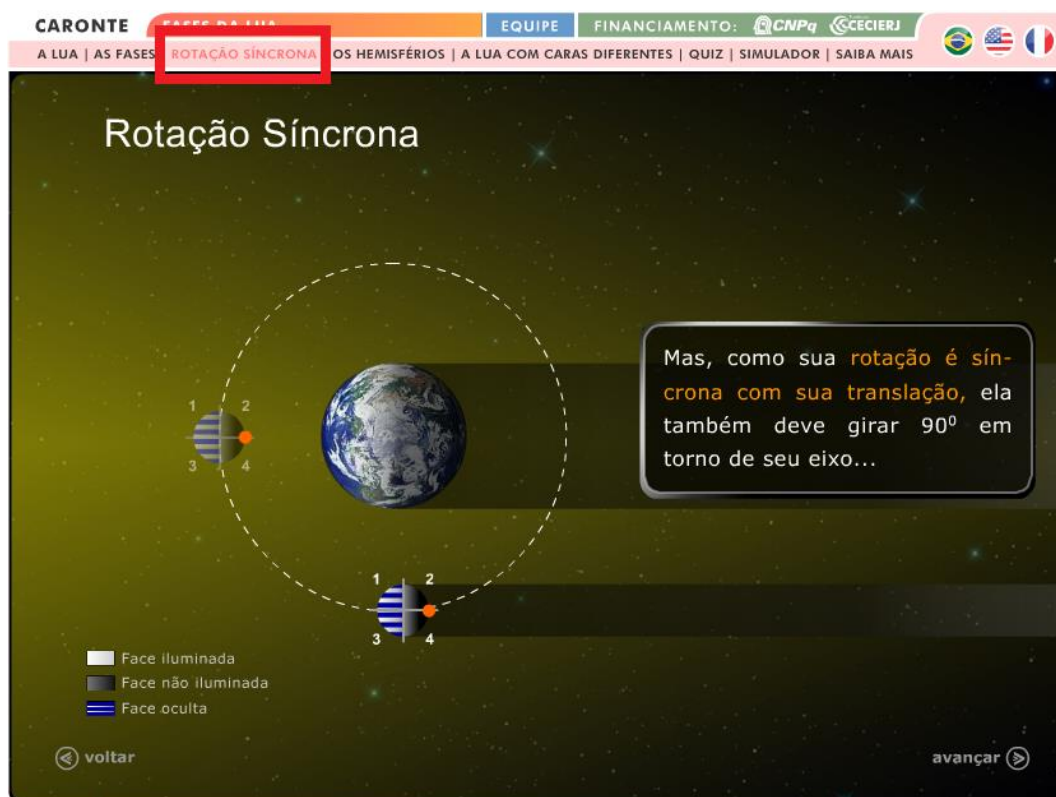


Figura 7 – Movimento de translação da lua.



Figura 8 – Movimento de rotação da Lua com mesmo período da translação.



Figura 9 – Complementação da iluminação solar da Lua após desacoplamento dos movimentos de translação e rotação com mesmo período.

No tópico Hemisférios há um texto explicativo de que cada fase lunar acontece ao mesmo tempo em toda Terra. Mas que de acordo com a localização do observador na superfície da Terra a Lua se apresenta com uma “cara diferente”. O subtema “A lua com caras diferentes” é uma animação interativa que possui várias opções de navegação conforme pode ser visto na Figura 10 que permitem uma exploração não linear do tema. No tema “Por quê?” um observador localizado em Nova Iorque, visualiza a Lua minguante, na sequência a parte de cima e a de baixo da Lua, são destacadas com cores diferentes. O mesmo ocorre com um observador em Bariloche e as partes destacadas com cores diferentes da Lua são invertidas, pois o observador em Bariloche encontra-se numa posição invertida “de cabeça para baixo”, mostrando porque a Lua apresenta caras diferentes embora a fase seja a mesma. A explicação inclui um observador na linha do equador em Macapá que também tem uma percepção da fase com uma forma diferente (Figura 11). Sendo assim, é proposto um modelo geométrico para explicar a forma da Lua observada.

A hipermídia tem um simulador onde o aluno controla a latitude de um observador na superfície da Terra e consegue visualizar o formato de cada fase dependendo da latitude escolhida (Figura 12).



Figura 10 – Interface do subtema “A Lua com Caras Diferentes”.

CARONTE FASES DA LUA EQUIPE FINANCIAMENTO: CNPq CECIERJ

A LUA | AS FASES | ROTAÇÃO SÍNCRONA | OS HEMISFÉRIOS | A LUA COM CARAS DIFERENTES | QUIZ | SIMULADOR | SAIBA MAIS

Por quê?

Imagem vista pelo observador em:

Nova Iorque Macapá Bariloche

Você conclui que podemos explicar a percepção das fases lunares em diferentes locais da Terra a partir da geometria da observação!

voltar ao menu | voltar

Figura 11 – Resultado da visualização da Lua na fase minguante, após uma sequência de animações com o observador em latitudes diferentes.

CARONTE FASES DA LUA EQUIPE FINANCIAMENTO: CNPq CECIERJ

A LUA | AS FASES | ROTAÇÃO SÍNCRONA | OS HEMISFÉRIOS | A LUA COM CARAS DIFERENTES | QUIZ | SIMULADOR | SAIBA MAIS

Simulador: Que cara ela tem?

Ajuste a Latitude

40°
30°
20°
10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°

Minguante

Nova Iorque

Macapá

Bariloche

Cheia

Crescente

Imagem vista pelo observador

Cheia
Nova
Crescente
Minguante
Atenção

voltar avançar

Figura 12 – Simulador que permite observar a forma de cada fase da Lua em qualquer latitude.

Para finalizar possui a opção “Saiba Mais” que contém *links* para ambientes externos, onde é possível obter mais informações sobre a Lua e saber qual fase ela se encontra no dia do acesso.

No próximo capítulo será apresentado a metodologia utilizada para a avaliação da aprendizagem dos alunos após a utilização da hipermídia.

4 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Será apresentado nesse capítulo em que momento, condições e faixa etária foi utilizada a hipermídia e a metodologia para a avaliação de aprendizagem dos alunos sobre as fases da Lua.

O objetivo desse trabalho é o de avaliar a aprendizagem de alunos do segundo ano do ensino médio após a utilização da hipermídia Fases da Lua. Para isso, fez-se contato com uma professora do 2º ano do ensino médio do Colégio Estadual Cruz e Sousa na cidade de Tijucas/SC, no início do ano letivo de 2014, com alunos na faixa etária de 15 a 18 anos. É importante ressaltar que se trata de um colégio frequentado por alunos de classes menos favorecidas, com muitos repetentes e com histórico na cidade de possuir o ensino mais “fraco”.

A intervenção envolveu 3 turmas do segundo ano num total de 72 estudantes participantes deste trabalho. Teve duração de três encontros de duração de uma aula de 50 minutos em cada um cedidos pela professora para realização desta atividade a qual contribuiu na nota dos alunos que participaram.

A avaliação de aprendizagem foi feita a partir da elaboração, aplicação e análise de um pré-teste e de um pós-teste (ANEXO A) com questões iguais, compostos cada um por 17 questões em diferentes formatos, ou seja, questões abertas, verdadeiro ou falso, múltipla escolha e questões que são respondidas com desenhos e/ou diagramas.

Assim, no primeiro momento foi explicado o objetivo da pesquisa aos alunos e eles responderam ao pré-teste que serviu como parâmetro para identificar os conhecimentos prévios sobre as fases da Lua. No segundo encontro, os alunos foram para o laboratório de informática para explorarem a hipermídia Fases da Lua, livremente, sem qualquer auxílio ou intervenção minha ou da professora. No terceiro encontro foi aplicado o pós-teste. A opção de deixar a exploração livre se deve ao fato de se desejar inferir o quanto a hipermídia funciona como um objeto de aprendizagem que foi elaborado para uso em uma disciplina introdutória de um curso de ensino a distância.

Para analisar, as questões abertas foram lidas e organizadas em categorias agrupando-se as respostas semelhantes. As categorias utilizadas foram correta, incompleta e incorreta. E as questões que envolvem diagramas e desenhos também foram categorizadas como correta, incompleta e incorreta. No próximo capítulo serão apresentados exemplos de respostas que se enquadram em cada categorização.

A obtenção dos resultados de aprendizagem foi feita com a adoção da metodologia proposta por Fagundes (2014) que utiliza técnicas de estatística descritiva simples. Para avaliar qualitativamente e quantitativamente os resultados de aprendizagem do pré-teste e pós-teste, foram organizadas tabelas de contingência. Além disso, a partir da combinação das respostas buscou-se a classificação do que chamamos de efeitos positivo, neutro e negativo. O efeito positivo se caracteriza pela aprendizagem bem-sucedida após exploração da hipermídia, no efeito neutro o aluno continua respondendo do mesmo jeito, ou seja, se ele já conhece o conteúdo responde corretamente tanto no pré-teste e quanto no pós-teste ou se continua respondendo de forma incompleta ou incorreta, após a utilização da hipermídia. O efeito negativo ocorre quando o aluno responde corretamente ou de forma incompleta no pré-teste e responde incorretamente após a utilização da hipermídia. Os efeitos serão facilmente visualizados por contar com símbolos e cores diferentes para representá-los nas tabelas de contingência.

As ferramentas descritas acima foram utilizadas para avaliar o aprendizado dos alunos em cada questão. Para avaliar a aprendizagem de forma global cada aluno recebe uma nota por cada questão do pré-teste e pós-teste. Foram atribuídos nota 0,0 (zero) para questões incorretas, nota 1,0 (um) para questões incompletas e nota 2,0 (dois) para questões corretas. Faz-se uma média aritmética das notas por questão, e após faz-se uma nova média para obter uma nota no pré-teste e outra no pós-teste. Utilizando essas notas calcula-se o ganho normalizado, segundo Goya e Bzuneck (2012, p.2)

O ganho normalizado, denotado por G , é definido como $G = (notapos - notapre) / (100 - notapre)$, onde chamamos *notapos* a variável representando a % de acertos no teste pós-instrução, e *notapre* o % de acertos no teste pré-instrução, (apud BARROS et al, 2004, p.66).

As pesquisas indicam que os cursos utilizando métodos tradicionais têm seu ganho aproximado de 0,2 (20%), ao passo que métodos de engajamento interativo atingem a média de 0,4 (40%). Realiza-se o cálculo do ganho normalizado com o

intuito de inferir mudanças quantitativas da aprendizagem comparando-se o desempenho dos alunos antes e após a instrução para cada objeto de aprendizagem.”

Vale ressaltar que foi realizado a análise de todas as questões, mas devido à extensão dos resultados optou-se pela escolha de algumas questões que possuem características semelhantes e que se complementam. O foco escolhido para análise foram questões que abordam o conceito da existência das fases da Lua e questões que solicitam a elaboração de diagramas, afim de poder explorar o auxílio à visualização.

5 RESULTADOS

As perguntas respondidas pelos alunos no pré-teste e no pós-teste são iguais para simplificar uma comparação entre o que o aluno sabe antes de utilizar a hipermídia e o que aprende após a utilização. As categorias de resposta elaboradas foram: *correta*, *incompleta*, *incorreta*, como mencionada no capítulo anterior e foram adicionadas as categorias *não sei* e *não respondeu* devido ao fato de algumas respostas ficarem em branco e em outras o aluno responder “Não Sei”. A partir dessa categorização realizam-se todas as combinações possíveis entre as respostas do pré-teste e do pós-teste. É desejável que o uso do material propicie melhoras na aprendizagem dos que não dominam o tema e não mude o desempenho dos que apresentam conhecimento do mesmo. Assim as combinações entre o pré-teste e o pós-teste são classificadas como:

- **Efeito Positivo** – Identificam-se resultados de aprendizagem após a utilização da hipermídia.
- **Efeito Neutro** – Não se identifica mudança após a utilização do material.
- **Efeito Negativo** – Identificam-se alunos que respondem corretamente no pré-teste e deixam de responder corretamente na avaliação de aprendizagem.

As combinações de resposta que resultam em um efeito positivo, neutro ou negativo encontram-se nas tabelas de contingência de cada questão. A seguir serão apresentados os resultados das perguntas realizadas no pré-teste e no pós-teste. Os casos em que houve aprendizagem na utilização da hipermídia, efeito positivo, serão apresentados na tabela com o símbolo (+), quando o efeito for neutro será usado o símbolo (*) e no efeito negativo (-).

Pergunta 1: O que são as fases da Lua?

Quanto à análise das alternativas, é considerada:

Correta - O aluno demonstra que entende que as fases da Lua são mudanças da iluminação que ocorrem ao longo do mês. Menciona que isso ocorre por a Lua ser um corpo iluminado, ou seja, não possuir luz própria.

Incompleta - O aluno entende que as fases da Lua são mudanças na sua iluminação, mas não explica porque isso acontece, ou explica que as fases da Lua são causadas pelas posições relativas entre a Terra, a Lua e o Sol.

Incorreta - O aluno utiliza argumentos que não explicam as fases da Lua.

		Pós-teste				
		Correto	Incorreto	Incompleto	Não respondeu	Total
Pré-teste	Correto	1 (*)	2 (-)	3 (-)	1 (-)	7
	Incorreto	2 (+)	17 (*)	14 (+)	0	33
	Incompleto	2 (+)	1 (-)	4 (*)	0	7
	Não sei	2 (+)	12 (*)	11 (+)	0	25
	Total	7	32	32	1	72

Tabela 1 – O que são as fases da lua? Análise de contingência entre pré e pós-teste.

A tabela de contingência é lida da seguinte forma: as linhas representam os resultados do pré-teste e as colunas os resultados do pós-teste. Observando a primeira linha dos resultados e a primeira coluna temos que um aluno respondeu correto no pré-teste e no pós-teste. Na primeira linha e segunda coluna dois alunos que responderam correto no pré-teste passaram a responder incorreto no pós-teste. Na primeira linha e terceira coluna observa-se três alunos que responderam correto no pré-teste e incorreto no pós-teste. Se observarmos a segunda linha e a primeira coluna dos resultados temos dois alunos que respondem incorreto no pré-teste mas passam a responder correto no pós-teste. Observando a quarta linha do resultado e a segunda coluna temos 12 alunos que responderam não sei no pré-teste e incorreto no pós-teste.

Analisando a tabela percebe-se que 31 alunos obtiveram um resultado positivo com a utilização da hiperímida (43%). Observa-se também que não houve mudança nas respostas de 34 alunos (efeito neutro, 47%), 7 alunos que responderam incompleto ou correto no pré-teste, passaram a responder

incorretamente ou de forma incompleta no pós-teste, resultando num efeito negativo de 10%.

Pergunta 2: Explique por que a Lua apresenta fases

Quanto à análise das alternativas, é considerada:

Correta – O aluno explica que a Lua apresenta fases devido às posições relativas em que se encontram a Lua, Terra e Sol, que as fases só existem em virtude da Lua não possuir luz própria mas reflete a luz solar e que de acordo com a sua posição ao redor da Terra as partes iluminadas da Lua são diferentes ocasionando a forma como a vemos na superfície da Terra.

Incompleta – Justifica que as fases ocorrem devido aos movimentos da Terra e da Lua, mas não menciona que as fases só ocorrem devido à Lua não possuir luz própria, considera que as fases existem porque a Lua orbita a Terra. Ou explica que as fases ocorrem devido à Lua não possuir luz própria, mas refletir a luz do Sol, porém não menciona que as mudanças na iluminação só ocorrem devido às posições relativas da Terra Lua e Sol.

Incorreta – Justificativa utilizada demonstra que possui pouco ou nenhum conhecimento.

A Tabela 2 apresenta uma tabela de contingência relacionando as respostas do pré-teste e do pós-teste assim como os efeitos.

		Pós-teste					
		Correto	Incorreto	Incompleto	Não sei	Não respondeu	Total
Pré-teste	Correto	2 (*)	1 (-)	4 (-)	0	0	7
	Incorreto	0	6 (*)	7 (+)	0	0	13
	Incompleto	2 (+)	2 (-)	9 (*)	0	4 (*)	17
	Não sei	8 (+)	9 (*)	15 (+)	3 (*)	0	35
	Total	12	18	35	3	4	72

Tabela 2 – Por que a lua apresenta fases: análise de contingência entre pré-teste e pós-teste.

Destaca-se que 32 alunos responderam corretamente ou parcialmente correta (44%), expressando que as fases da Lua são causadas pelas posições da Terra, Lua e Sol e/ou pela Lua não possuir luz própria, mas refletir a luz do Sol gerando um efeito positivo após uso da hiperfórmula. Enquanto 10% (7 alunos, Efeito Negativo) passaram a responder de forma incorreta, após a utilização da hiperfórmula. O Efeito Neutro foi de 46%, 33 alunos, que continuaram respondendo da mesma forma ou continuaram não sabendo responder após a utilização da hiperfórmula.

A Tabela 3 apresenta exemplos para cada uma das categorias de respostas descritas acima.

“Porque a Lua apresenta fases” – Pós-Teste	
Categoria	Exemplos
Correta	<p><i>A Lua não tem luz própria, mas o Sol reflete a sua luz na Lua, por isso ela tem fases. Conforme ela orbita a Terra o sol reflete sua luz e a lua aparece de diferentes formas. (Aluno 1)</i></p> <p><i>Porque cada fase da lua se apresenta em um diferente ângulo perante a luz solar e a Terra, por isso as fases e as suas formas. (Aluno 2)</i></p>
Incompleta	<p><i>Por que a lua não possui luz própria, mas reflete a luz do sol, com isso apresenta suas fases. (Aluno 3)</i></p> <p><i>Elas são causadas pela posição relativa entre a Terra, Lua e sol. (Aluno 4)</i></p>

Incorreta	<i>As fases são feitas por sombras. Quando o sol bate na Terra da iluminação e faz sombras por isso suas formas de acordo.</i> (Aluno 5)
------------------	---

Tabela 3 – Por que a Lua apresenta fases: exemplos para cada categoria de resposta do pós-teste após a utilização da hiperfídia.

Pergunta 3: Represente com um diagrama (desenho) uma sequência de fases lunares que você observa. Quais os nomes atribuídos a cada uma delas? Faça um desenho que inclua Sol, Terra, e raios solares e mostre a localização da Lua em cada fase.

A partir da análise dos diagramas foi possível reduzir os diagramas nas categorias descritas abaixo:

Correto – Elabora um diagrama com o Sol, os raios solares e a Terra com a sequência das quatro fases lunares principais (nova, quarto crescente, cheia e quarto minguante) nomeando-as corretamente, mantendo coerência na localização e a fase apresentada.

Incompleto – Elabora um diagrama com a Terra, sequência das quatro principais fases lunares nomeadas corretamente, mas não representa o Sol e os raios solares, assim por não haver a localização do Sol não é possível avaliar se as fases estão representadas na posição correta. Outra resolução encontrada representa corretamente o Sol e os raios solares, mantendo consistência com as fases quarto crescente e quarto minguante, mas inverte as fases nova e cheia. Não é possível afirmar que o aluno representa as fases crescente e minguante de forma invertida, pois a questão não pede para representar o sentido do movimento. Uma terceira resolução encontrada é quando o aluno desenha corretamente o Sol e os raios solares, mas não menciona qual a localização de cada fase da Lua.

Incorreto – Elabora um diagrama com a sequência de fases lunares inconsistente com a direção dos raios solares.

		Pós-teste					
		Correto	Incorreto	Incompleto	Não sei	Não respondeu	Total
Pré-teste	Correto	1 (*)	0	2 (-)	0	0	3
	Incorreto	19 (+)	5 (*)	7 (+)	2 (*)	2 (*)	35
	Incompleto	8 (+)	3 (-)	4 (*)	0	4 (*)	19
	Não sei	7 (+)	2 (*)	2 (+)	1 (*)	0	12
	Não respondeu	1 (+)	2 (*)	0	0	0	3
	Total	36	12	15	3	6	72

Tabela 4 – Fases da Lua: análise de contingência entre pré-teste e pós-teste.


Observa-se que um número expressivo de alunos, 44 (61%), elaborou um diagrama com a sequência correta das quatro fases principais da Lua com os raios solares e as fases na localização correta ou pelo menos duas fases na posição correta (Efeito Positivo). Somente 5 alunos que representaram corretamente ou de forma incompleta no pré-teste reproduziram de forma incorreta o diagrama após a utilização da hiperímia, gerando um efeito negativo baixo (7%). O Efeito Neutro é de 32%, um total de 23 alunos, que representam de forma incorreta mesmo após a utilização da hiperímia ou não respondem/não sabem no pré-teste e ocorre o mesmo após a hiperímia.

Observa-se no Efeito Positivo um processo cognitivo ativo com relação à animação interativa. Um pouco mais da metade dos alunos interpretou e organizou as informações vistas na tela dinâmica interativa da hiperímia e reproduziram de forma coerente a sequência das quatro fases principais da Lua com o Sol e os raios solares. Percebe-se que este tipo de tela tem um efeito positivo na aprendizagem, pois na pergunta anterior “Por que a Lua apresenta fases”, o sucesso obtido não foi tão significativo, enquanto nessa questão para representar um diagrama do Sol, Terra e as quatro fases os alunos tiveram menos dificuldade em responder, pois havia um objeto de visualização, (na questão anterior temos 12 alunos na categoria correta, nessa questão 36). Pode-se inferir que as representações mentais criadas devido à interação com objetos de visualização, causaram uma mudança na

interpretação/modelização uma ação cognitiva como resultado da interação com a hipermídia educacional (visualização interpretativa).

A tabela 5 apresenta exemplos do pós-teste de diagramas para as categorias de respostas descritas acima.

Mnguni (2013) afirma que durante a aprendizagem o processo de visualização consiste em pelo menos três etapas, a compreensão da informação visual, o processamento dessas informações em estruturas cognitivas e externalização da informação como modelos visuais. Percebe-se a importância dos objetos de visualização na construção dos modelos mentais, pois observando os resultados do pré-teste 50 alunos, não sabem, não respondem, ou a fazem de forma incorreta, não possuindo elementos cognitivos para representar o diagrama com a Terra o Sol e a Lua a partir de um referencial fora da Terra. Entre esses alunos 27 reproduzem corretamente no pós-teste, conseguindo externalizar a aprendizagem. Muitos fazem o diagrama com detalhes que nem eram solicitados na questão, como a representação das faces iluminadas de cada fase, mostrando o domínio do conceito que antes não existia. As Figuras 13 e 15 mostram algumas representações incorretas no pré-teste, e nas Figuras 14 e 16 percebem-se os diagramas corretos dos mesmos alunos. Deve-se notar que esta análise difere do efeito positivo, pois os números aqui mostrados não envolvem diagramas incompletos, ou seja aqueles que já possuíam algum conhecimento inicial, mas sim aqueles alunos que não tinham capacidade de reproduzir e após o contato com o material elaboram o diagrama correto, com todos os elementos solicitados.

“Diagrama fases da Lua” – Pós-Teste	
Categoria	Exemplos
Correto	 <p style="text-align: right;">Aluno 6</p>

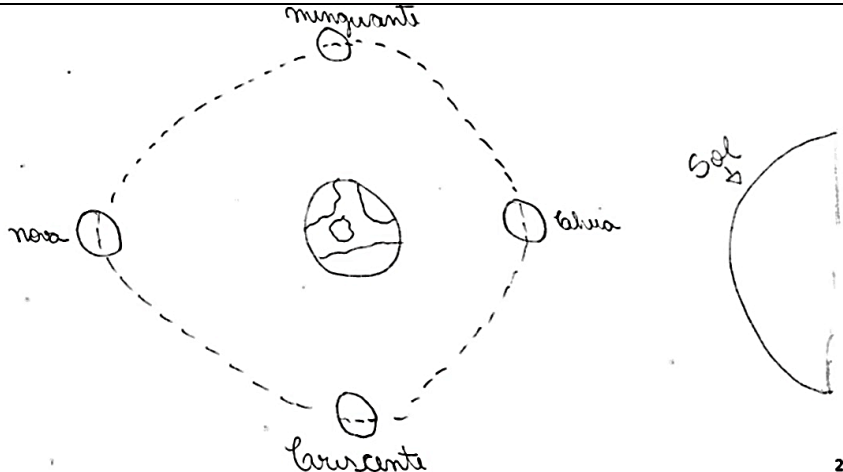
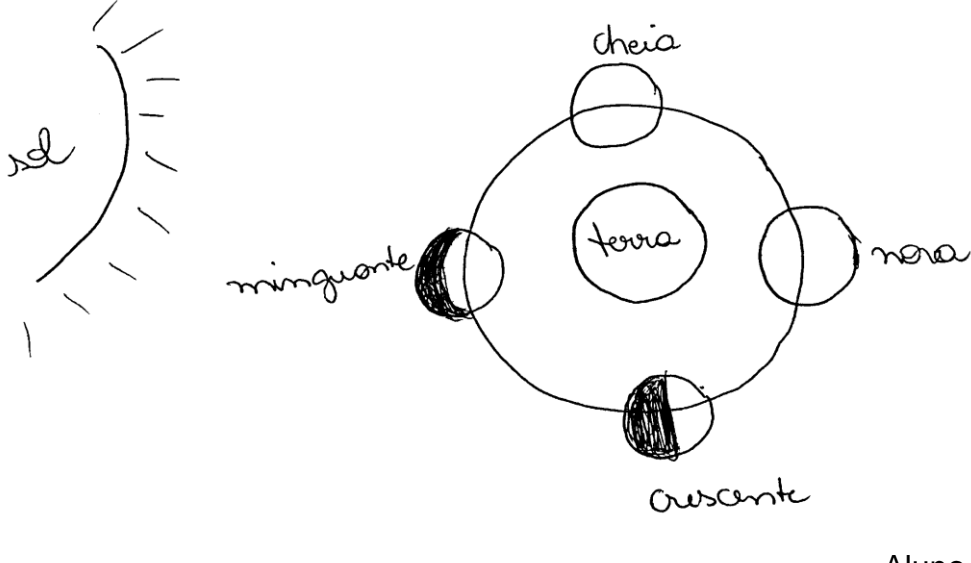
<p>Incompleto</p>	 <p>Aluno 7</p>
<p>Incorreto</p>	 <p>Aluno 8</p>

Tabela 5 – Representação de diagramas com a sequência de fases lunares e as faces iluminadas pelo Sol. Exemplos para cada categoria de resposta do pós-teste após a utilização da hipermídia.

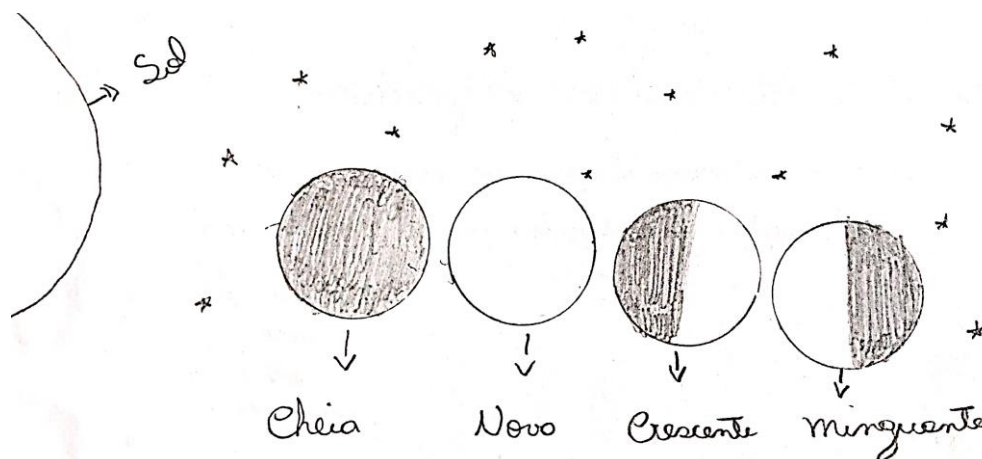


Figura 13: Representação incorreta do Aluno 9 antes do contato com a hipermídia.

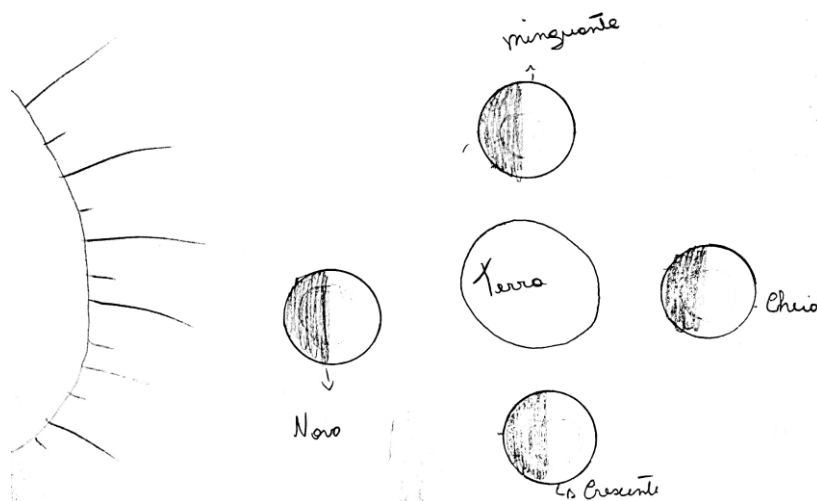


Figura 14: Representação correta do Aluno 9 após a interação com a hiperfídia. Parte colorida representa face iluminada.

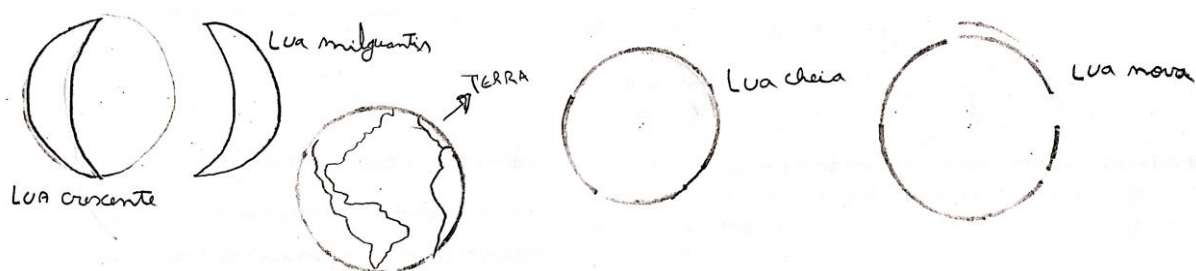


Figura 15: Representação incorreta do Aluno 10 antes do contato com a hiperfídia.

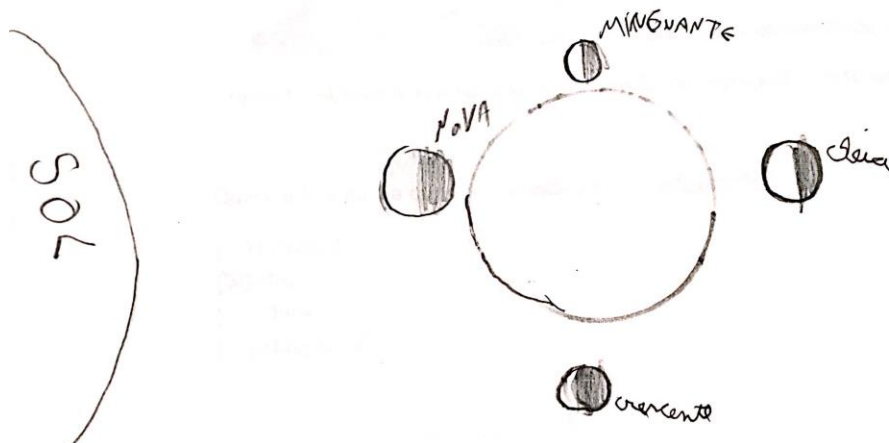


Figura 16: Representação correta do Aluno 10 após a interação com a hiperfídia. Parte colorida representa a face não iluminada.

Pergunta 4: Observe a Figura. Ela apresenta a Lua em diferentes posições. Com um lápis pinte a parte da Lua que é iluminada pelo Sol.

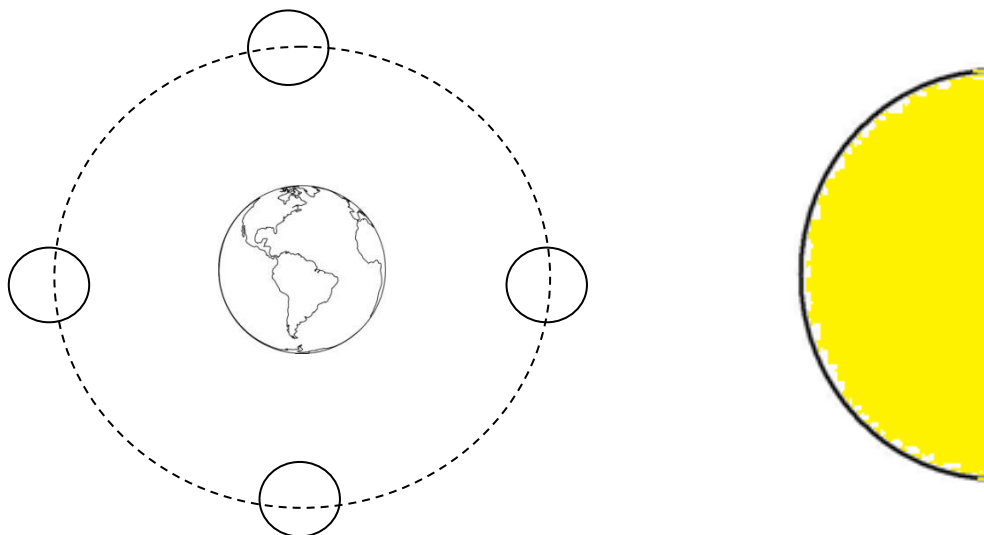


Figura 17 – Sol, Lua e Terra (a figura não está de acordo com as perspectivas de tamanhos e distâncias).

A partir da análise das figuras foi possível reduzir nas categorias descritas abaixo:

Correta – Coloriu corretamente a parte da Lua que é iluminada pelo Sol em todas as fases representadas na figura, coerente com a localização do Sol.

Incompleta – Coloriu corretamente a parte da Lua que é iluminada pelo Sol em duas ou três fases representadas.

Incorreta – Pintura das faces iluminadas pelo Sol em desacordo com o conhecimento cientificamente aceito.

		Pós-teste				
		Correto	Incorreto	Incompleto	Não sei	Total
Pré-teste	Correto	4 (*)	2 (-)	1 (-)	0	7
	Incorreto	4 (+)	23 (*)	7 (+)	0	34
	Incompleto	8 (+)	4 (-)	10 (*)	1 (*)	23
	Não sei	1 (+)	4 (*)	1 (+)	0	6
	Não respondeu	1 (+)	0	1 (+)	0	2
	Total	18	33	20	1	72

Tabela 6 – Face da lua iluminada pelo sol em cada fase. Análise entre o pré-teste e o pós-teste.

Nesta questão, sobressai o efeito neutro com 42 alunos (58%) que não mudaram sua forma de responder. Observa-se que o efeito foi positivo em 23 alunos (32%) que coloriram corretamente a face iluminada da Lua nas fases representadas no diagrama. Na análise dos resultados observa-se diferentes interpretações por parte dos alunos. A questão pede para pintar a parte da Lua iluminada pelo Sol, com o objetivo que considerassem o referencial fora da Terra, como o representado na Figura 18. No entanto, ao corrigir as respostas ficou evidente que 12 alunos coloriram a parte da Lua iluminada pelo Sol considerando como referência a superfície terrestre (Figura 19). Mesmo que a questão não tenha deixado especificado o referencial a ser considerado ao pintar a Lua conforme ele vê da superfície terrestre, o aluno não consegue representar a iluminação da face oculta, como ocorre nas fases quarto crescente e quarto minguante. De acordo com a categorização dos diagramas dessa questão, esses foram categorizados como incorretos, pois não é possível inferir se houve ou não aprendizagem por parte desses alunos. O efeito negativo foi 10%.

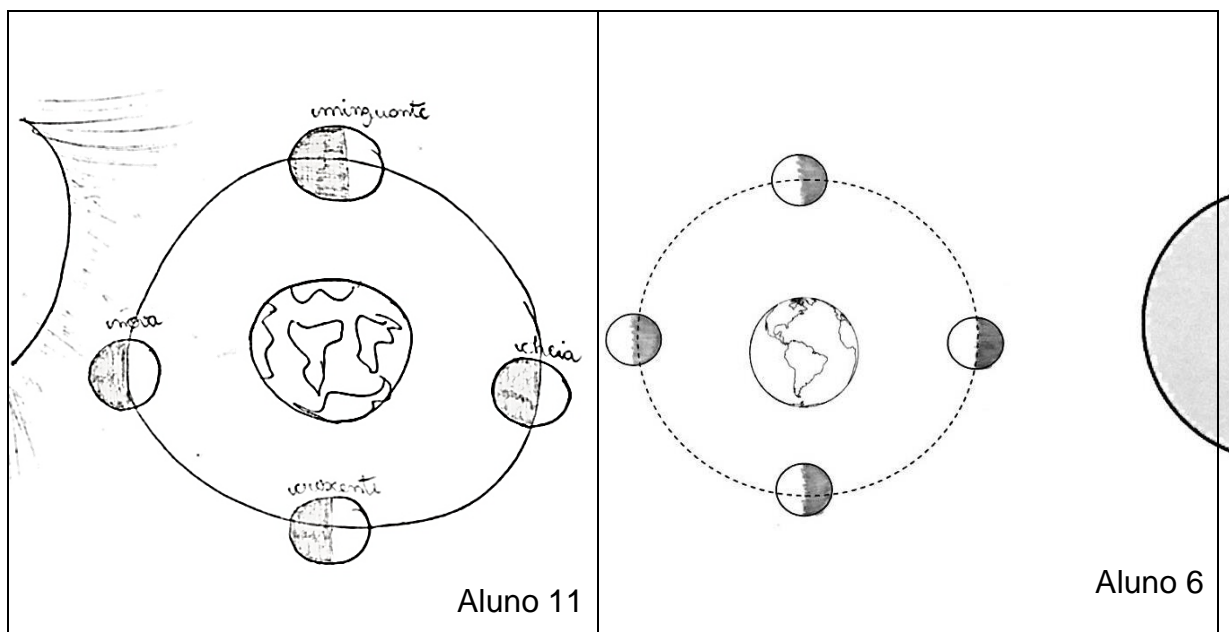


Figura 18 – Exemplos de representação correta da face iluminada de cada fase da Lua.

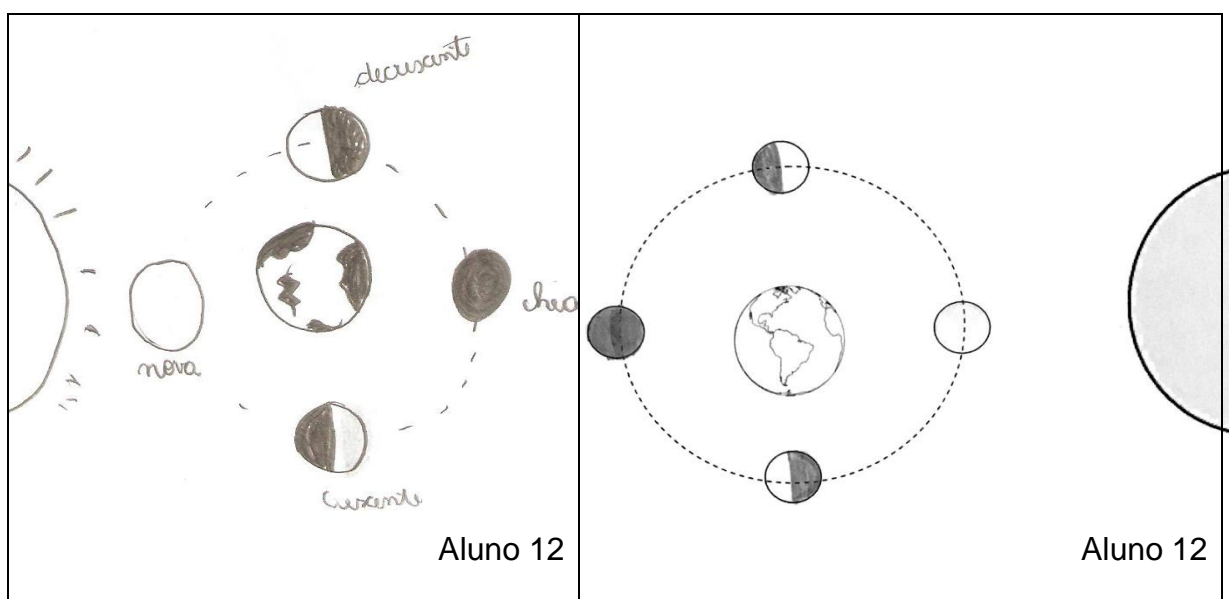


Figura 19 – Exemplos de representação incorreta da face iluminada de cada fase da Lua.

Pergunta 5: A Figura é um diagrama Terra-Lua. Represente movimento(s) que a Lua apresenta e nomeie cada um que você conhece.

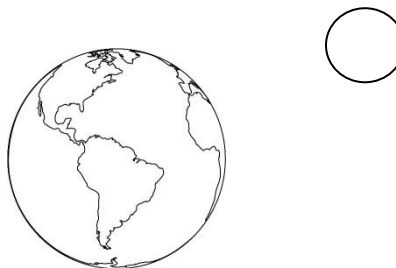


Figura 20 – Terra e Lua (a figura não está de acordo com as perspectivas de tamanhos e distâncias).

A categorização das representações feitas pelos alunos são:

Correta – O aluno desenhou o movimento de rotação da Lua em torno do seu eixo e o movimento de translação ao redor da Terra e nomeou corretamente os dois movimentos, ou faz uma representação que contém elementos que indicam os movimentos de rotação e translação mas não os nomeia. Está sendo avaliado que os alunos conheçam somente esses dois movimentos, o de rotação e translação, os demais movimentos não serão considerados.

Incompleta – O aluno desenhou somente o movimento de rotação em torno do seu eixo ou somente o movimento de translação ao redor da Terra, podendo nomeá-lo ou não.

Incorreta – Representações do movimento da Lua em desacordo com a realidade.

		Pós-teste					
		Correto	Incorreto	Incompleto	Não sei	Não respondeu	Total
Pré- teste	Correto	2 (*)	0	1 (-)	0	0	3
	Incorreto	6 (+)	3 (*)	5 (+)	1 (*)	1 (*)	16
	Incompleto	6 (+)	1 (-)	14 (*)	6 (*)	5 (*)	32
	Não sei	4 (+)	2 (*)	6 (+)	4 (*)	3 (*)	19
	Não respondeu	1 (+)	0	0	1 (*)	0	2
	Total	12	7	32	12	9	72

Tabela 7 – Representação dos principais movimentos da lua. Análise de contingência entre pré-teste e pós-teste.

Na comparação entre o pré-teste e o pós-teste percebe-se que 28 alunos demonstram ter aprendido sobre os movimentos da Lua com a utilização da hipermídia, obtendo um efeito positivo de 39%. O efeito neutro foi de 58% (42 alunos). Analisando o efeito negativo pode-se inferir que o material não prejudicou a compreensão do fenômeno. Somente 2 alunos que responderam de forma correta ou incompleta no pré-teste passaram a responder de forma incompleta ou incorretamente no pós-teste, um efeito negativo de 3%, algo bastante animador.

Na Tabela 8 mostram-se exemplos para cada categoria de resposta descrita acima.

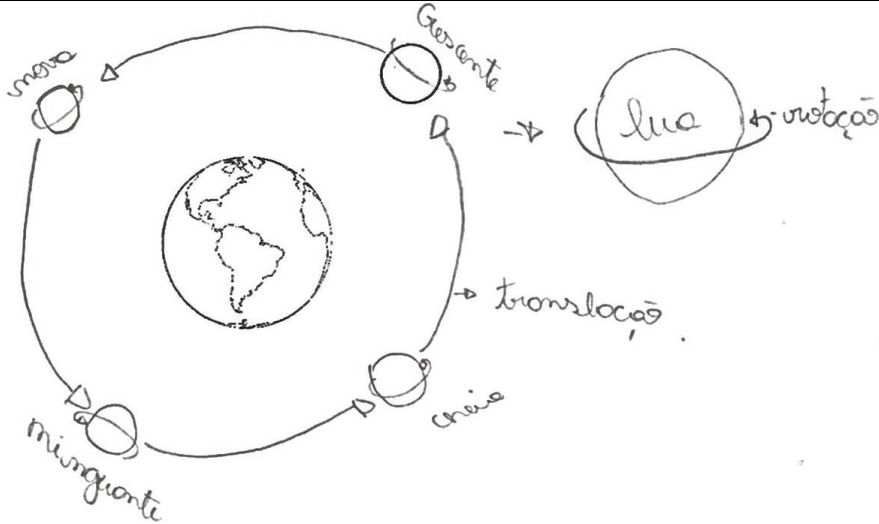
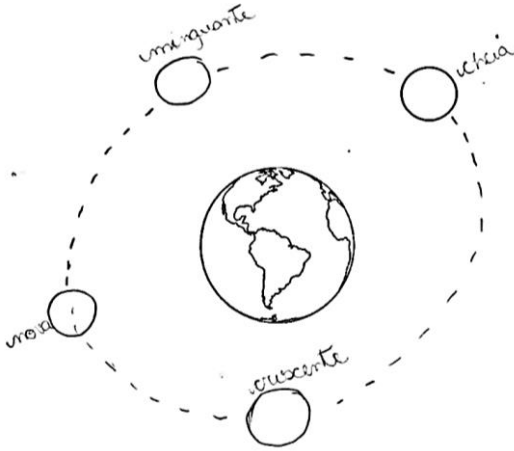
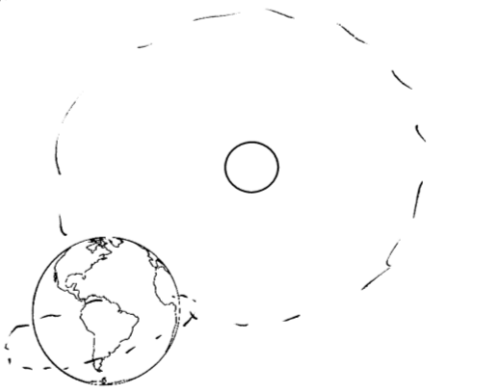
Diagrama "Movimentos da Lua" – Pós-Teste	
Categoria	Exemplos
Correta	 <p>Aluno 13</p>
Incompleta	 <p>Aluno 14</p>
Incorreta	 <p>Aluno 15</p>

Tabela 8 – Diagrama "Movimentos da Lua". Exemplo de cada categoria de resposta

Pergunta 6: Você conhece o movimento de rotação síncrona da Lua?

() Não.

() Sim. **Explique e desenhe** como ocorre esse movimento.

A questão solicita a representação de um diagrama e uma explicação verbal do fenômeno. Para possibilitar uma análise mais completa, os diagramas e as explicações verbais foram categorizadas separadamente, mas ambos os formatos de respostas foram aceitos, pois muitos alunos responderam sem diagrama, ou somente desenharam e não explicaram verbalmente. As categorias são elaboradas de acordo com as respostas dos alunos conforme FAGUNDES (2014):

Diagrama Correto – subdivididos em:

Diagrama baseado na animação – Diagrama correto que possui semelhança com o esquema de quadrantes utilizado na animação interativa do material para explicar e demonstrar a rotação síncrona.

Diagrama Próprio – Diagrama correto que demonstra a rotação síncrona utilizando um esquema criado pelo aluno diferente do esquema de quadrantes mostrado na animação.

Diagrama incompleto – O diagrama não mostra explicitamente que a mesma face da Lua está sempre voltada para a Terra ao longo de seu movimento de translação, mas mostra o movimento de rotação e de translação da Lua.

Diagrama Incorreto – Diagrama mostra uma rotação da Lua não sincronizada com a translação.

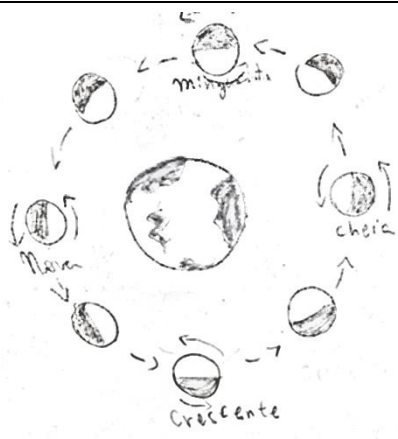



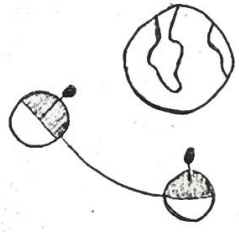
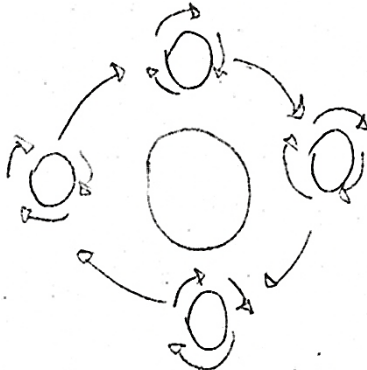
As explicações verbais são categorizadas como:

Correta – Descreve que o fenômeno de rotação da Lua ao redor do seu eixo tem o mesmo período que seu movimento de translação ao redor da Terra.

Incompleta – Demonstra conhecimento associados à rotação síncrona como descritos acima para uma explicação correta, mas faltam conhecimentos que tornem a explicação completa.

Incorreta – Explica errado ou fornece justificativa que não está associada à rotação síncrona.

Na tabela 9, mostram-se exemplos de cada categoria descrita acima, tanto de diagrama como de explicação verbal.

Rotação Síncrona – Pós-teste		
Categorias	Exemplo de explicação verbal	Exemplo de Diagrama
Correta	No mesmo período que a lua gira em torno da Terra, ela gira no próprio eixo mantendo sempre o mesmo lado voltado para a Terra. (Aluno 6)	Próprio
		
		Aluno 16
		Baseado na animação
		  
		Aluno 6
		
		Aluno 17
Incompleta	A lua gira em torno de seu próprio eixo assim a lua tem sempre a mesma face voltada para a Terra. (Aluno 18)	
		Aluno 18

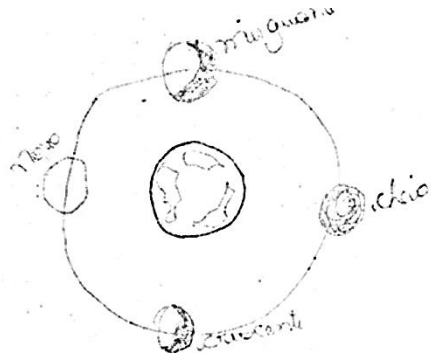
<p>Incorreta</p>	<p>É o movimento que a Lua faz em torno da Terra, assim iluminada pelo Sol ela forma sua fase. (Aluno 19)</p>	 <p style="text-align: right;">Aluno 19</p>
-------------------------	---	---

Tabela 9- Rotação Síncrona, exemplos de explicação verbal e diagrama para cada categoria.

Como ambas as respostas descritas e exemplificadas acima foram aceitas as tabelas 10 e 11 mostram os resultados obtidos para diagrama e explicações verbais, respectivamente.

Rotação Síncrona – Pós-teste – diagramas		
Categorias	Frequência	Percentual (%)
Correto	13	18
Incompleto	3	4
Incorreto	3	4
Sem Diagrama	53	74
Total	72	100

Tabela 10 – Rotação Síncrona: Resultados para as categorias dos diagramas.

A maioria dos alunos, 53 (74%) não elabora diagramas. Os diagramas corretos são 18% que correspondem a 13 alunos. Dentre esses, aproximadamente metade (5, 38% dos corretos) elaboraram diagramas próprios, mostrando que uma animação pode auxiliar na visualização de um dado fenômeno favorecendo o aprendizado dos alunos. Eles se apropriaram do esquema fornecido pelo material (princípio do empréstimo dentro da Teoria da Carga Cognitiva) num processo cognitivo ativo, selecionando e organizando informações para criar os diagramas com suas ideias próprias. Mas, é preciso refletir quanto ao baixo número de diagramas elaborados. Este é um reflexo da forma como o material foi explorado (livremente, sem auxílio)? Há problemas com os modelos elaborados? Certamente, de posse destes resultados, seria interessante um retorno à escola para uma exploração junto aos estudantes que não responderam.

Ainda dentre os diagramas corretos, 8 alunos (62% dos corretos) reproduzem o esquema de quadrantes semelhante ao material para demonstrar a rotação síncrona. O número de diagramas incorretos é somente 4%, corresponde a 3 alunos, valor igual ao número de diagramas incompletos.

Rotação Síncrona – Pós-teste – explicação verbal		
Categorias	Frequência	Percentual (%)
Correta	12	17
Incompleta	15	21
Incorreta	6	8
Sem Explicação	39	54
Total	72	100

Tabela 11- Rotação Síncrona: Resultados para categorias de explicações verbais.

Observando os resultados das explicações verbais, percebe-se que o número de respostas corretas é igual ao de diagramas corretos. As respostas incompletas contabilizam 15 alunos (21%). As respostas incorretas equivalem a 8% e mais da metade dos alunos não explicaram verbalmente (54%).

Para os resultados do pós-teste, mesmo a questão pedindo diagrama e explicação, ambos os resultados foram aceitos, pois conforme visto acima, muitos alunos responderam somente em um formato. Consideram-se a seguir as categorias de resposta na forma de diagrama ou explicação verbal, para fazer a análise da questão como um todo e compará-la com o pré-teste. As novas classificações são:

Correta – Alunos que respondem corretamente em um formato e de forma correta, incompleta ou não responde no outro formato. Exemplo, diagrama e explicação verbal corretos, somente explicação verbal sem elaborar diagramas ou vice e versa e diagrama correto e explicação verbal incompleta.

Incompleta – Respondem de forma incompleta somente em um formato e não responde no outro, ou respondem nos dois formatos de resposta de forma incompleta.

Incorreta – Alunos que respondem incorretamente em um formato e de forma incorreta, incompleta ou não respondem no outro formato. Exemplo, diagrama incorreto e explicação verbal incompleta, diagrama e explicação incorretos ou diagrama incorreto sem explicação verbal e vice-versa.

A partir das classificações elaboradas, os resultados obtidos são mostrados na tabela contingência a seguir:

		Pós-teste					
		Correto	Incorreto	Incompleto	Não	Não respondeu	Total
Pré-teste	Correto	0	0	0	0	0	0
	Incorreto	3 (+)	0	0	0	0	3
	Incompleto	0	0	0	1 (*)	0	1
	Não	13 (+)	7 (-)	11 (+)	26 (*)	8 (*)	65
	Não respondeu	0	0	0	1 (*)	2 (*)	3
	Total	16	7	11	28	10	72

Tabela 12 – Rotação Síncrona: Tabela de contingência entre pré-teste e pós-teste.

Comparando os resultados nota-se que não houve nenhuma resposta correta no pré-teste, e 16 respostas corretas no pós-teste uma tímida melhora. Vale ressaltar que no pré-teste 65 alunos responderam que não conheciam o movimento e no pós-teste 28 alunos afirmam não conhecer o movimento. O efeito positivo é de 38% e o efeito neutro é de 53%. O efeito negativo na questão é de 9% decorrente de 7 alunos que afirmaram não conhecer o movimento no pré-teste e responder incorretamente no pós-teste.

Apesar dos resultados obtidos não serem tão expressivos, pois mesmo após o contato com a hipermídia, 28 alunos responderam que não conhecem o movimento, pode-se ir além e analisar o pós-teste como um todo, não somente essa questão. Percebe-se que dos 28 alunos, 16 representaram o movimento de rotação síncrona na pergunta 5 e/ou responderam corretamente à pergunta 7 que envolvem diretamente o conhecimento sobre esse movimento. Pode-se afirmar que esses

alunos conhecem o movimento, mas não possuem a habilidade de descrevê-lo em palavras ou representá-lo, mas completam de forma correta o esquema de quadrantes que será mostrado na próxima questão.

Pergunta 7: Desenhe como um observador no hemisfério norte, outro no sul e outro no equador observariam a aparência da Lua na posição 2.

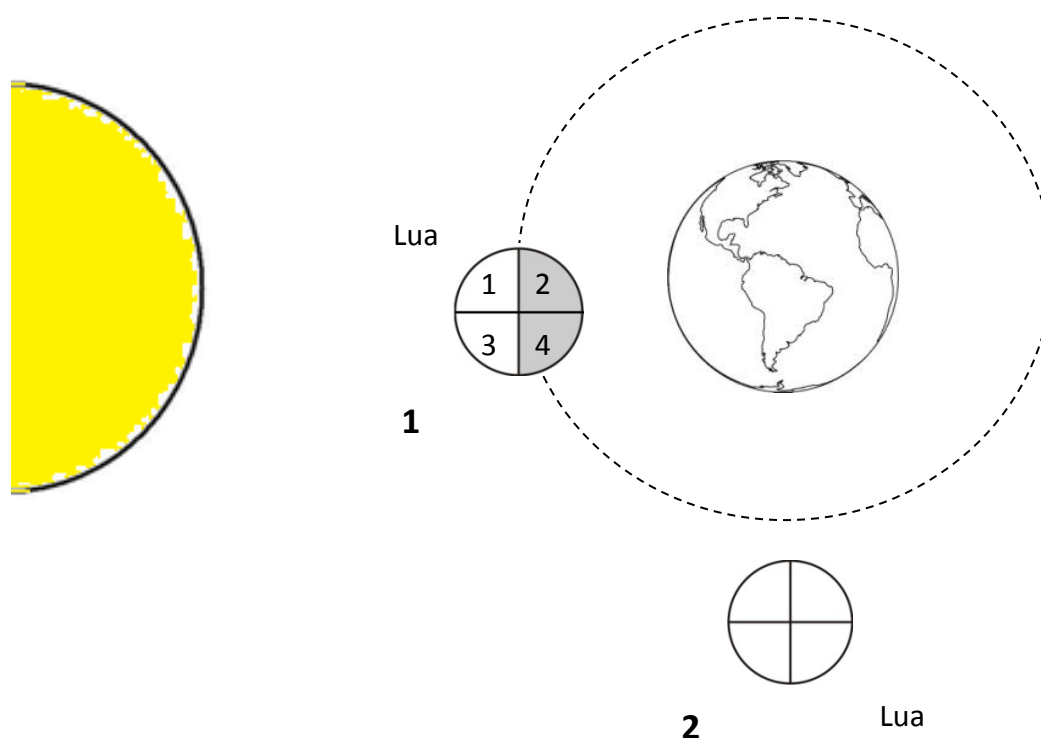


Figura 21 – Órbita da Lua ao redor da Terra.

Essa questão utiliza o diagrama para responder os itens (a) e (b) que foram retirados por não se enquadrar no foco do trabalho. Conforme observado na figura na posição 2 a Lua pode estar na fase crescente ou minguante. De acordo com IACHEL et al. (2008) há dois referenciais distintos para a observação do sistema Terra-Lua. O sentido do movimento de translação da Lua ao redor da Terra é coincidente com o sentido do movimento de rotação da Terra. Colocando o observador acima do Polo Norte, o sentido dos movimentos é o anti-horário. Se colocarmos um observador em um ponto acima do polo Sul, este constatará que os movimentos de translação da Lua ao redor da Terra e de rotação da Terra seriam no sentido horário. Como o diagrama na questão não mostra o sentido do movimento a Lua na posição 2 pode-se encontrar na fase crescente ou minguante.

A questão é considerada correta se o desenho da Lua crescente no hemisfério sul tem o formato de um “C”, no hemisfério norte o formato de um “D” e no equador é semelhante a letra “U”. Se o aluno respondeu que a fase é minguante as formas são o oposto, formato de um “D” no hemisfério sul, um “C” no hemisfério norte e “Ω” no equador.

		Pós-teste			
		Correto	Incorreto	Não respondeu	Total
Pré-teste	Correto	0	0	0	0
	Incorreto	1 (+)	2 (*)	2 (*)	5
	Não sei	9 (+)	12 (*)	27 (*)	48
	Não respondeu	5 (+)	4 (*)	10 (*)	19
	Total	15	18	39	72

Tabela 13 – Formato da fase da Lua em cada Hemisfério e no Equador: Análise entre pré-teste e pós-teste.

A resposta da questão foi feita por meio de diagrama. Nenhum aluno sabia representar antes da utilização da hiperímídia, após utilizar a hiperímídia 15 alunos responderam corretamente, um efeito positivo de 20%. O restante dos alunos respondeu incorretamente, não respondeu, ou escreveu “Não sei” como resposta a questão, efeito neutro de 80%. Não houve efeito negativo.

Baseado na teoria da carga cognitiva, podemos descrever que essa questão tem um grau de complexidade maior (carga cognitiva intrínseca), além do fato de que nenhum aluno demonstrou ter conhecimento anterior sobre o assunto. Mas mesmo sendo um tema mais complexo observa-se que alguns alunos conseguiram criar representações mentais coerentes devido a interação com objetos de visualização, causando uma mudança na interpretação/modelização como resultado da interação com a hiperímídia educacional (visualização interpretativa). As Figuras 22 e 23 mostram exemplos de diagramas corretos.

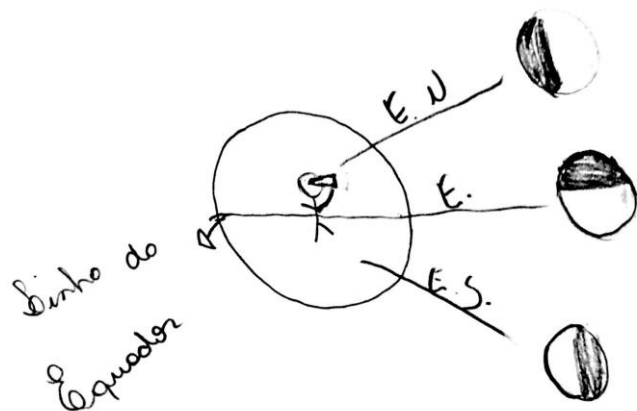


Figura 22: Diagrama baseado na animação, da Lua crescente nos hemisférios norte, sul e no equador.

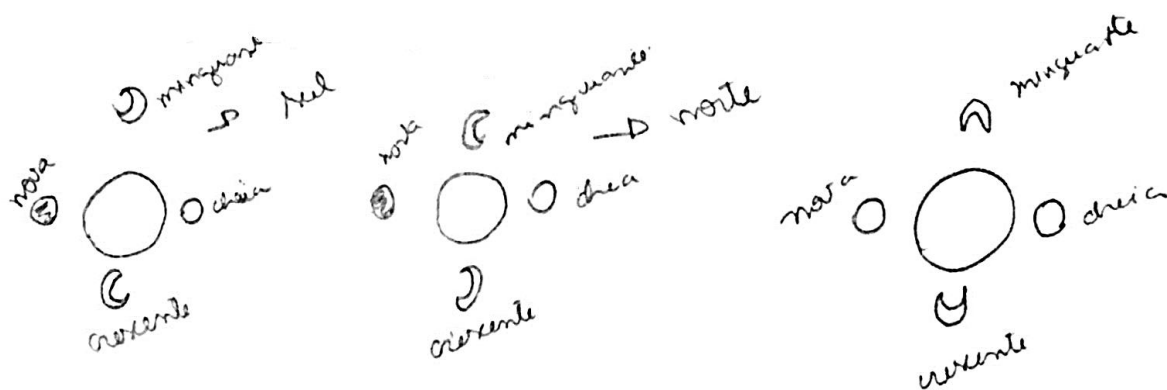
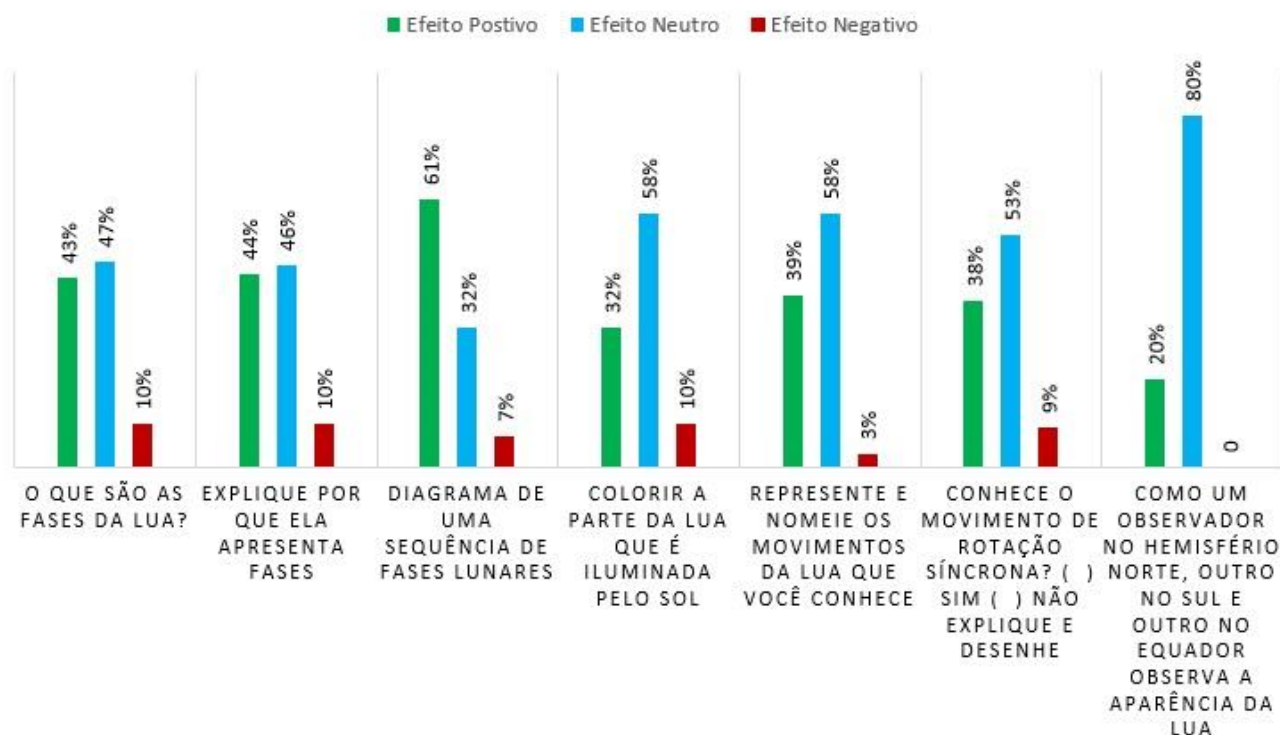


Figura 23: Diagrama próprio da Lua nos hemisférios norte, sul e no equador.

O gráfico abaixo representa uma síntese dos resultados, com os efeitos positivo, neutro e negativo em cada questão.

SÍNTESE DOS RESULTADOS



Após a análise individual das questões calcula-se o ganho normalizado. A nota obtida em cada questionário vai de 0 à 100. Faz-se um média das 72 notas obtidas no pré-teste e no pós-teste, após calcula-se o ganho pela fórmula apresentada.

Obtenção do Ganho Normalizado			
	Média	Nota Máxima	Média/ Nota Máxima
Pré-teste (<i>notapre</i>)	15	100	0,15
Pós-teste (<i>notapos</i>)	38	100	0,38
$G = (notapos - notapre) / (100 - notapre)$	$G = 0,27 \times 100 = 27\%$		

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de fenômenos astronômicos básicos como as fases da Lua estão presentes nos documentos oficiais que regem a educação brasileira do ensino fundamental ao médio. Entretanto, a simples observação de um fenômeno como as fases da Lua da superfície terrestre não é condição suficiente para sua compreensão. É preciso observar o fenômeno de um referencial privilegiado fora da Terra o que impõe uma capacidade de abstração que normalmente não está presente no público em geral. A dificuldade de visualização sugere a necessidade de uso de recursos que auxiliem na elaboração de modelos e/ou representações que facilitem a observação e, conseqüentemente, sua explicação. É neste cenário que este trabalho se insere. Pois, utiliza uma hipermídia educacional que apresenta objetos de visualização digitais para a discussão das fases da Lua e de outros fenômenos astronômicos básicos. A sua elaboração levou em consideração resultados de pesquisa em ensino de ciências e astronomia e baseou-se nos pressupostos teóricos da teoria da carga cognitiva e da visualização no ensino de ciências.

Neste trabalho avaliou-se a aprendizagem das Fases da Lua após a utilização da hipermídia educacional CARONTE. O público alvo foram 72 alunos de 3 turmas do segundo ano do ensino médio de um colégio estadual de uma cidade catarinense no início do ano letivo de 2014. Eles exploraram livremente a hipermídia no laboratório de informática da escola durante 50 minutos, sem qualquer intervenção ou auxílio por parte da professora ou da pesquisadora. O número de computadores era igual a 15, sendo assim alguns estudantes navegaram em duplas.

Para a avaliação de aprendizagem elaborou-se um questionário contendo 17 questões em diferentes formatos, ou seja, questões abertas, verdadeiro ou falso, múltipla escolha e questões que são respondidas com desenhos e/ou diagramas. Ele foi aplicado antes (pré-teste) e na aula seguinte após (pós-teste) a exploração da hipermídia.

As questões escolhidas para análise foram aquelas que envolviam elaboração de diagramas, com intenção de buscar a externalização de representações como resultado de um processo cognitivo ativo a partir do fornecimento de esquemas

intencionalmente elaborados (objetos de visualização) para fornecer auxílio à visualização. Sob a ótica da teoria da carga cognitiva considera que o processo de aprendizagem é beneficiado quando se utiliza representações verbais e não verbais, desde que ambas as representações sejam combinadas de forma a maximizar a aprendizagem.

Obteve-se como resultado “favorável” (efeito positivo) entre 20% e 60%, “indiferente” (efeito neutro) entre 30 a 80% e “desfavorável” (efeito negativo) entre 0 e 10%, e uma prevalência do “efeito neutro”. A extensão do questionário que contém 17 questões pode ter sido um dos motivos que ocasionou algumas questões não terem sido respondidas.

As questões mostraram que o uso de objetos de visualização, como os apresentados nos recursos digitais onde as representações do fenômeno astronômico das fases da Lua são observados de uma maneira privilegiada, podem facilitar o entendimento de alguns, por fornecer subsídios para a construção de representações que possibilitam a elaboração de um modelo de maneira correta auxiliando na visualização interpretativa. É possível perceber como os recursos foram favoráveis observando os diagramas elaborados no pré-teste e no pós-teste. No pré-teste muitos alunos não elaboram diagramas ou o fazem de maneira incorreta, já no pós-teste os mesmos conseguem elaborar diagramas corretos e muitas vezes externalizam uma representação própria do fenômeno estudado, ou seja não reproduz o que foi observado na hipermídia, mostrando como a utilização de objetos de visualização é relevante para a aprendizagem.

O ganho normalizado após a utilização da hipermídia a partir de sete questões analisadas focadas na elaboração de diagramas foi de 27% e prevaleceu o “efeito neutro”. Mas considerando que foi aplicado de forma livre num colégio estadual onde há alunos repetentes e outros de condições menos privilegiadas além de haver alunos desinteressados comportamento característico da idade, pode-se dizer que o resultado foi satisfatório. Não obstante, encontra-se na literatura de pesquisa ganhos (normalizados) entre 20-40%. Além disso, em virtude da impossibilidade de validação do questionário por motivos que fogem do escopo do trabalho e da vida acadêmica, constatou-se que além de muito extenso, algumas questões não estavam muito bem formuladas.

Uma questão que pode ser levantada é relativa à importância do papel do professor e/ou da pesquisadora neste cenário cuja atuação no processo de exploração da hipermídia pode propiciar resultados ainda melhores.

REFERÊNCIAS

ANÁGUA, Ana Sofia da Cunha Brito Costa Bexiga **Potencialidades do uso de visualizações para a aprendizagem do tema Tabela Periódica**. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/15994?locale=en>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

BODEMER Daniel. et al. The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualizations. **Learning and Instruction**. v. 14, n.3, p. 325–341. 2004.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental – Ciências Naturais**. Brasília. MEC/SEMTEC. 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Governo Federal. Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf> . Acesso em: 19 de ago. 2018.

BRASIL, 1998. BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental – Ciências Naturais. Brasília. MEC/SEMTEC. 1998.

CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en 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**, V.13, n.1, p.81-96, 1995. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v13n1/02124521v13n1p81.pdf>> Acesso em: 20 set. 2016.

CAVALCANTE, Márcio Balbino. A popularização da astronomia no ensino da geografia: uma experiência no Ensino Fundamental e Médio. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 2, n. 4, p.192-202, dez. 2012.

COSTA, Antonio Arribas de; GOMÉZ, Vicente Riviere. La Astronomía en la enseñanza obligatoria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 201-205, 1989.

DIAS, Carla Pacífico; CHAGAS, Isabel. Multimédia como recurso didático no ensino da biologia. **Interacções**, Lisboa, v. 11, n. 39, p.393-404, 2015.

FAGUNDES, Adriano Luiz. **Avaliação de uma hipermídia educacional sobre as fases da lua**. 2014. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

FILHO, Kepler S. Oliveira e SARAIVA, Maria F. Oliveira. **Astronomia e Astrofísica. UFRGS** - Instituto de Física. Porto Alegre. 1994. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>> Acesso em: 09 jan. 2018

GILBERT, Jonh. K. Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In: Gilbert, J. K., Reiner, M., Nakhlel, M. (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. New York: Springer, p. 3-24, 2008.

HEGARTY, Mary. Dynamic visualizations and learning: getting to the difficult questions. **Learning and Instruction**. v. 14, p. 343-351. 2004.

IACHEL, Gustavo; LANGHI, Rodolfo; SCALVI, Rosa Maria Fernandes. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da lua. **Revista Latino-americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 5, p.25-37, 2008.

KRINER, Alicia. Las Fases da Lua, ¿Cómo y cuándo enseñarlas? **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 111-120. 2004.

LANGHI, Rodolfo. Ideias do senso comum em Astronomia. In: **7º ENCONTRO NACIONAL DE ASTRONOMIA**, Brotas, 2004. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>.> Acesso em: 13 jan. 2018.

LANGHI Rodolfo; NARDI Roberto. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 2, p. 75-92, 2005

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V.24, n.1, p.87-111, 2007. Disponível em:

<www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6055/12760>. Acesso em 01 jul. 2018.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p.205-224, ago. 2010.

LOWE, David G.. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. **International Journal Of Computer Vision**. p. 91-110. nov. 2004.

MNGUNI, Lindelani E. The theoretical cognitive process of visualization for science education. **SpringerPlus**, v. 3, n. 1, p.184-193, 2014. Disponível em: <<https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/2193-1801-3-184>> Acesso em: 30 jun. 2018.

MORAIS, Carla; PAIVA, João. Simulação digital e atividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de fusão e ponto de ebulição” no 7.º ano de escolaridade. **Revista de Ciências da Educação**, n. 3, p.101-112, ago. 2007.

OSTERMANN F. & MOREIRA, M. A. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro **Força e movimento: de Thales a Galileu**. 197p. 2015. Departamento de Física – Publicação Interna – Universidade Federal de Santa Catarina.

PUZZO, Deolinda **Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do ensino fun**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

SANTOS, Leila Maria Araújo; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica. **Cinted-UFRGS**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p.1-9, jun. 2007. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14145/8082>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

SCHMITT, César Eduardo. **O uso da astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no ensino médio**. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de

Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SILVA, Tatiana da; BARROSO, Marta Feijó. Fenômenos astronômicos e ensino a distância: produção e avaliação de materiais didáticos. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – ENPEC, 11, Curitiba, 2008. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/~marta/artigosetal/2008-epef11-astron.pdf>> Acesso em: 02 jul. 2018

GOYA, Alcides; BZUNECK, José Aloyseo. Concepção newtoniana, interesse, motivação em física e relação com participação em laboratório. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Ponta Grossa, 2012.

SILVEIRA, Fernando Lang da. Marés, fases principais da Lua e bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p.10-29, abr. 2003.

SOLER, Daniel Rutkowski; LEITE, Cristina. Importância e justificativas para o ensino de astronomia: um olhar para as pesquisas da área In: **II SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA**, 2012, São Paulo. Disponível em: <http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_TCO21.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2018.

SWELLER, Jonh In: Handbook of research on educational communications and technology. **Human Cognitive Architecture**. 3rd ed. New York: Routledge. 2008.

TERUYA, Leila Cardoso; MARSON, Guilherme Andrade. A pesquisa em visualização no ensino de Química na última década. 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0711-2.pdf>> Acesso em: 02 jul. 2018

TIGNANELLI, H. L. Sobre o ensino da astronomia no ensino fundamental. In: WEISSMANN, H. (org.). **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

VAVRA, Karen. L. et al. Visualization in science education. **Alberta Science Education Journal**. v. 41, n. 1, p. 22-30. 2011.

VECCHIA, Edson D. et al. A importância do telescópio como elemento motivacional para o ensino de astronomia. In: **II SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA**, 2012, São Paulo. Disponível em:

<https://sab.wildapricot.org/Resources/Documents/snea2/paineis/SNEA2012_TCP34.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2018.

ANEXO A



Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Física
Trabalho de Conclusão de Curso
Orientadora: Prof. Dra. Tatiana da Silva
Orientanda: Fernanda Müller

Este questionário faz parte de uma pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso sobre o conhecimento das Fases da Lua. As respostas serão utilizadas para analisar a eficácia da hipermídia educacional CARONTE. Sua participação é muito importante para sabermos o quanto o material está adequado e as melhorias que precisam ser feitas. A identidade de cada aluno será preservada.

Instruções de Preenchimento:

- Esse questionário possui questões de múltipla escolha, abertas e para desenhar.
- Nas questões de múltipla escolha assinale com um **"X"** a alternativa de sua escolha. Nas questões abertas escreva de forma clara e objetiva. Nas questões que solicitam diagrama, faça representações que possam expressar suas ideias, o importante não é a sua habilidade em desenhar, mas de se expressar por meio de representações.

Aluno (a): _____

Conhecimento sobre as Fases da Lua

Pós - Teste

1- O que são as fases da Lua?

2- Explique por que a Lua apresenta fases.

3- Represente com um diagrama (desenho) uma sequência de fases lunares que você observa.

(a) Quais os nomes atribuídos a cada uma delas?

(b) Faça outro desenho que inclua Sol, Terra, e raios solares e mostre a localização da lua em cada fase.

- 4- Observe a Figura 1. Ela apresenta a Lua em diferentes posições. Com um lápis pinte a parte da Lua que é iluminada pelo Sol.

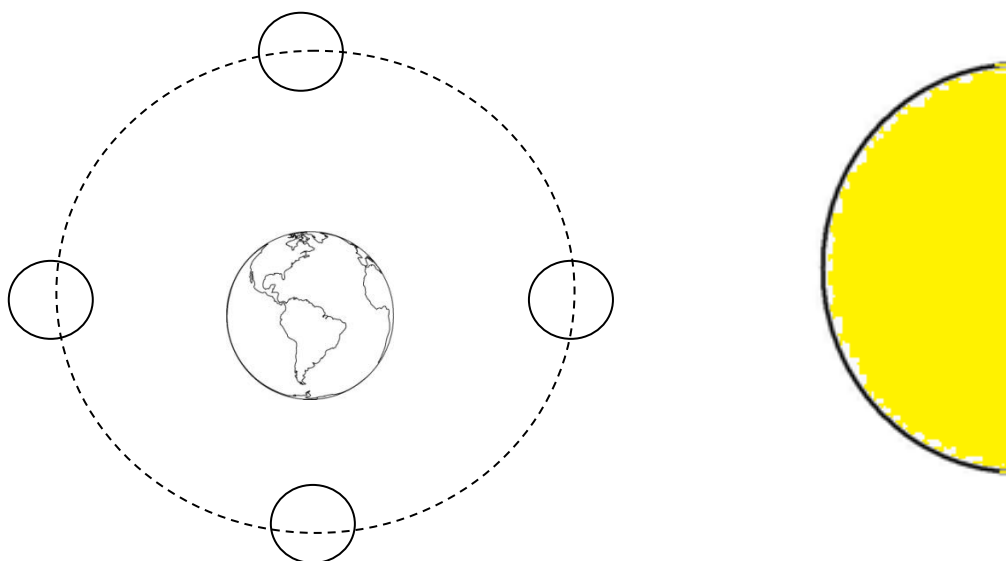


Figura 1 – Sol, Lua e Terra (a figura não está de acordo com as perceptivas de tamanhos e distâncias).

- 5- Observe a Figura 2:

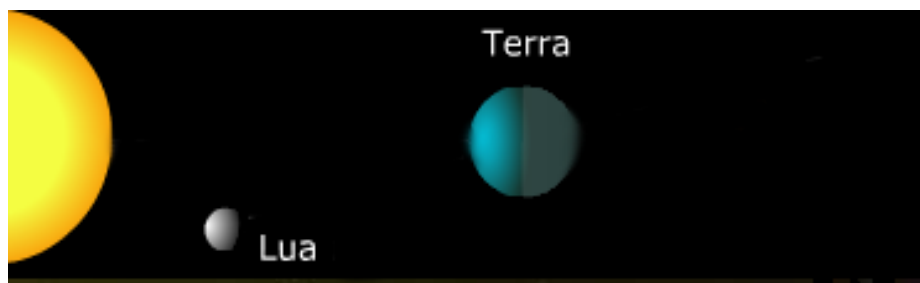


Figura 2 – Sol, Lua e Terra (a figura não está de acordo com as perceptivas de tamanhos e distâncias).

Qual é a fase da lua que corresponde a essa configuração?

- () Crescente
- () Nova
- () Cheia
- () Minguante

- 6- A Figura 3 é um diagrama Terra-Lua. Represente movimento(s) que a Lua apresenta e **nomeie** cada um que você conhece. (Sugestão: você pode usar setas, linhas pontilhadas, desenhos...).

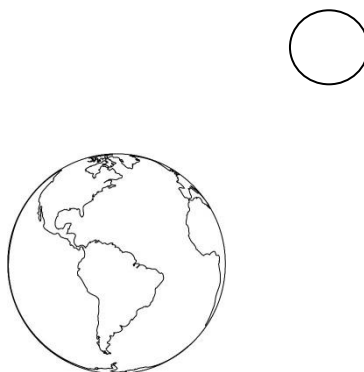


Figura 3 – Terra e Lua (a figura não está de acordo com as percepções de tamanhos e distâncias)

- 7- Quanto aos movimentos da Lua, assinale a(s) alternativa(s) correta(s):

- () A Lua não gira em torno do próprio eixo.
- () Alguns dos movimentos da Lua são o de rotação em torno do “próprio” eixo e o de translação ao redor da Terra. Ela possui outros movimentos além desses dois.
- () Os movimentos da Lua são apenas o de rotação em torno do “próprio” eixo e o de translação ao redor da Terra.
- () A Lua gira em torno do próprio eixo no mesmo tempo em que a Terra gira em torno de si mesma.
- () Os movimentos de rotação e de translação da Lua possuem períodos iguais.
- () O movimento de rotação da Lua provoca suas fases.

8- Você conhece o movimento de rotação síncrona da Lua?

() Não.

() Sim. **Explique** e **desenhe** como ocorre esse movimento.

9- Assinale com verdadeiro(V) ou falso (F):

() A Lua possui luminosidade própria.

() A Lua possui um face oculta que nunca é iluminada pelo Sol.

() A Lua possui uma face oculta que não podemos visualizar aqui da Terra.

() A Lua é visível no céu apenas à noite.

() Durante a Lua Nova o Sol ilumina a face oculta da Lua.

() Todos os lados da Lua recebem iluminação solar à medida que ela orbita a Terra.

10- Observe a Figura 4:

A Lua na posição 1 está na fase NOVA e dividida em quatro quadrantes, sendo que o quadrante 1 e 3 estão iluminados. Considerando os movimentos que a Lua realiza, enumere cada quadrante da Lua na posição 2 e complete as sentenças a, b e c abaixo.

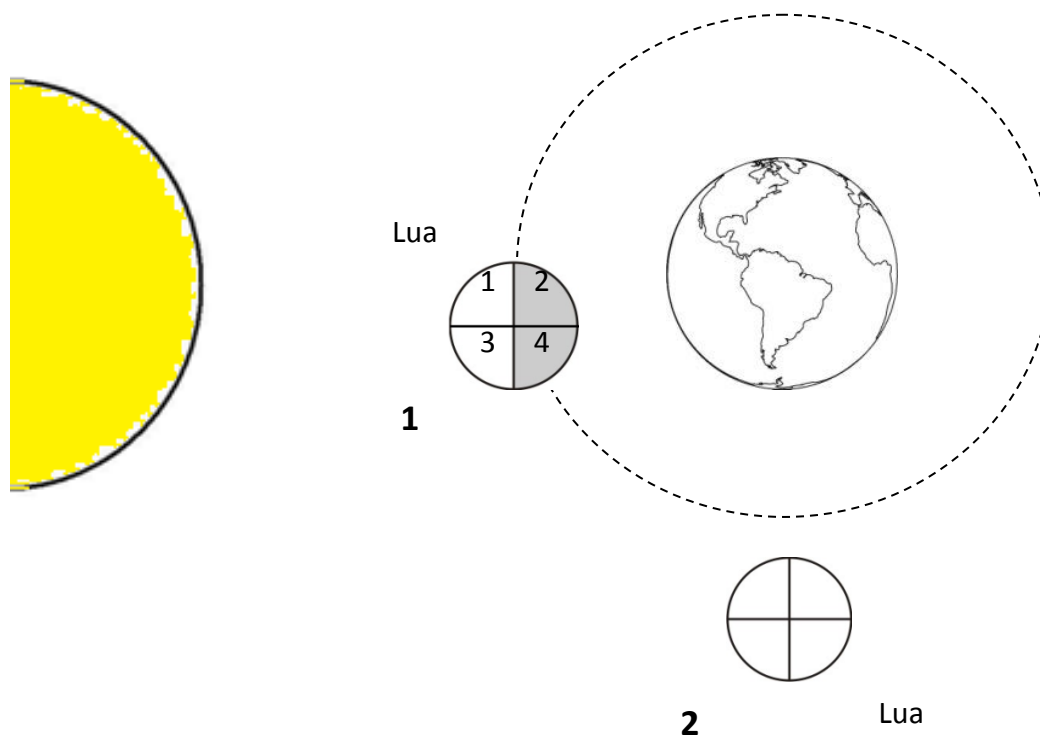


Figura 4: Órbita da Lua ao redor da Terra. (Figura em desacordo com perspectiva de tamanhos e distâncias).

- Os quadrantes iluminados da Lua na posição 2 são: _____.
- Na posição 2, a Lua encontra-se na fase _____.
- Desenhe como um observador no hemisfério norte, outro no sul e outro no equador observariam a aparência da Lua na posição 2.

11- A face iluminada da Lua é a mesma para os hemisférios norte e sul?

- Sim
 Não
 Não Sei

12- Se no hemisfério sul da Terra um observador vê a Lua na fase Crescente, qual será a fase percebida por um observador no hemisfério norte?

- Cheia
 Minguante
 Nova
 Crescente

13- A Lua muda de aparência de acordo com a posição em que você se encontra na superfície da Terra? (hemisfério norte, sul ou equador, polos).

- Sim
 Não
 Não Sei

Explique: _____

14- Considere que a Lua encontra-se na fase Minguante. Na **Figura 4** apresentamos o formato da Lua visto em três locais distintos da Terra denominados de A, B e C. Marque a opção que representa a visualização correta de acordo com a posição dos observadores:



- A: Observador no hemisfério norte;
B: Observador no hemisfério sul e
C: Observador no equador.

- () A: Observador no equador;
B: Observador no hemisfério norte e
C: Observador no hemisfério sul.

Figura 4

- () A: Observador no hemisfério sul;
B: Observador no hemisfério norte
C: Observador no equador.

() O formato da Lua se mantém o mesmo, não importando o local de onde está sendo vista.

() Não sei.

15- Se estivéssemos na superfície da Lua daria pra ver a Terra? Explique.

16- Se desse para ver a Terra, ela mudaria de aparência assim como acontece com a Lua quando é observada da superfície da Terra? Ou seja, existiriam as fases da Terra? Explique o porquê de sua resposta.

17- Você conhece algum outro astro do sistema solar que apresente fases? Em caso afirmativo, qual?
