

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação

CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais

ENCI – Especialização em Ensino de Ciências por Investigação

A avaliação das concepções dos alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) sobre características astronômicas da Terra-Lua-Sol por meio de atividades investigativas

Lucas de Moura Duarte

Belo Horizonte

2012

Lucas de Moura Duarte

A avaliação das concepções dos alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) sobre características astronômicas da Terra-Lua-Sol por meio de atividades investigativas

Monografia apresentada no curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Ms Arjuna C. Panzera
Leitor Crítico: Prof. Ms Leonardo M. Soares

Belo Horizonte

2012

Dedico este trabalho a minha mãe, força sagrada e principal em minha vida.

Agradecimentos

Agradeço de coração a todos aqueles que me apoiaram durante esse rico tempo de aprendizado e pesquisa.

Aos meus alunos da EJA que, com paciência e interesse incríveis, contribuíram imensamente com o trabalho.

Ao Arjuna, meu orientador, cujo empenho e vigor foram cruciais para a realização desta pesquisa. Sua força, profissionalismo e conhecimento fizeram a diferença.

RESUMO

Este trabalho busca averiguar as concepções que alunos da Educação de Jovens e Adultos possuem a respeito de certas características do Sistema Solar, especialmente da Terra-Lua-Sol. Essas características relacionam-se, basicamente, com as fases e constituição da Lua e as escalas de tamanho e distância entre os planetas, a Lua, o Sol e as estrelas fixas. O ensino de Astronomia é algo ainda escasso no Brasil, e a maioria das pessoas não vê o Universo da mesma forma como vemos quando aprendemos os conceitos ligados a essa ciência. Os jovens e adultos, protagonistas deste trabalho, já têm um conceito formado do Cosmo, e é importante que no ensino de Astronomia essas ideias sejam trabalhadas para permitir um aprendizado rico e coerente. Neste trabalho reflete-se sobre os motivos de se pesquisar o aprendizado dos jovens e adultos e também apresenta-se uma rápida cronologia da EJA no Brasil. O referencial teórico usa ideias importantes no campo da andragogia e pesquisas sobre o ensino de ciências por investigação. Foi elaborado um pré-teste para captar as concepções prévias dos estudantes sobre alguns aspectos da Lua. Os alunos realizaram uma observação sistemática desse astro durante uma luação completa. Eles também realizaram uma atividade investigativa sobre a explicação das observações por meio de uma simulação das fases da Lua e da construção de uma maquete do sistema Terra-Sol-Lua. O autor deste trabalho realizou uma aula dialogada com os estudantes a fim de consolidar os conceitos desenvolvidos nas atividades. Finalmente um pós teste foi aplicado e foram analisados os resultados. Algumas respostas de testes dos próprios alunos são exibidas e analisadas, de forma geral ou cada questão/teste de forma específica. Ressalta-se a importância de se captar concepções prévias, desenvolvendo atividades investigativas e dialogadas no processo de ensino-aprendizado relativo a tópicos do ensino de ciências.

Palavras-chave: Astronomia, Educação de Jovens e Adultos, ensino de ciências, Lua.

SUMÁRIO

	Página
Introdução.....	7
Justificativa do tema.....	8
Referencial teórico.....	10
Problemas de pesquisa.....	14
Metodologia.....	14
O pré-teste.....	15
Atividade 1: Acompanhamento da Lua (lunação).....	19
Atividade 2: Simulação das fases da Lua.....	22
Atividade 3: Maquete do Sistema Terra-Lua.....	23
Atividade 4: Discussão dos conceitos gerais com os alunos.....	25
O Pós-Teste.....	26
Resultados e discussão.....	27
Pré-teste.....	27
Atividade 2: Simulação das fases da Lua.....	44
Atividade 3: Maquete do Sistema Terra-Lua.....	47
Atividade 1: Acompanhamento da Lua (lunação).....	48
Atividade 4: Discussão dos conceitos gerais.....	51
Pós-teste.....	57
Considerações finais.....	61
Referências.....	64
Anexos.....	65

INTRODUÇÃO

Até há alguns anos, quando o ensino não era tão acessível a todos, muitos adultos que não puderam estudar ou não conseguiram terminar seus estudos jamais voltavam a estudar já que isso não lhes traria nenhum benefício no mercado de trabalho. Também, por razões culturais e políticas, não havia programas de educação de jovens e adultos que lhes proporcionassem a oportunidade de estudar e com isso terem uma chance no mercado, ou simplesmente para poder concluir um sonho que se perdeu durante as dificuldades da vida. A Educação de Jovens e Adultos (EJA) começou a despontar no país na década de 40, com a criação da Regulamentação do Fundo Nacional do Ensino do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) e da Campanha de Educação de Adolescentes e Adultos (CEAA). Nessa época começava uma preocupação maior com esse público, já que a educação em si crescia muito no país. Em 1947, após a ditadura de Vargas, houve uma movimentação nacional em prol da EJA, na qual a população exigia uma qualidade maior para a alfabetização de adultos. Mas o foco ainda era a alfabetização, e por isso não havia a preocupação com o Ensino Médio (antigo científico ou clássico) para essa modalidade. Assim, com a educação acompanhando o ritmo político do país, e depois do Movimento Brasileiro de Alfabetização (MOBRAL) na década de 70, finalmente o Ministério da Educação (MEC) considerou, em 2003, que a EJA seria uma de suas prioridades, com nível de ensino desde a alfabetização até o Ensino Médio.

Agora a realidade é outra: há inúmeros programas de EJA, em escolas públicas e privadas, onde um número cada vez maior de pessoas vêm uma oportunidade de concluir os estudos, por variados motivos. Mas vale ressaltar que atualmente possuímos um material relativamente escasso de pesquisa em andragogia (ciência que se destina à aprendizagem de adultos), e por isso espera-se com esse trabalho uma maior compreensão dos processos complexos e heterogêneos que ocorrem em uma sala de aula de EJA. Além do já complexo processo de ensino-aprendizagem que existe em uma sala de adolescentes, há na EJA o fator heterogeneidade. Em um mesmo ambiente convivem e estudam alunos de 18 a 70 anos, e cada um tem vivências de vida, experiências e histórias bem diversas. Por isso a aprendizagem tem características únicas, que não podem

passar despercebidas pelos educadores. Conforme AUGUSTA (2008), a experiência de vida dos adultos deve ser levada em consideração quando estão aprendendo, sobretudo conceitos científicos que diferem em menor ou maior grau dos conceitos que formaram durante sua vida. E o professor tem como grande desafio levar isso a sério nas práticas pedagógicas. E é importante salientar que os alunos no geral, principalmente os mais velhos, têm grandes dificuldades em compreender muitos conceitos científicos e também os relacionados à Astronomia. O motivo é que a abordagem e a linguagem científicas não lhes são familiares, e por isso deve-se tomar um cuidado com essa linguagem. Neste trabalho ela será, no geral, mais contextualizada e qualitativa.

Assim, o presente projeto de pesquisa objetiva avaliar as concepções dos alunos da EJA sobre fases da Lua e sua relação com as distâncias e diâmetros da Terra, do Sol e das estrelas fixas através de atividades investigativas.

JUSTIFICATIVA DO TEMA

A Astronomia foi escolhida primeiramente porque sempre tive grande interesse em trabalhar esse assunto, que não é comum no Ensino Médio. O tema é instigante e nos faz refletir sobre nossa posição no Universo, nossas origens e nosso futuro. Mas os professores no geral não têm formação acadêmica mínima para aprofundar esse assunto com nenhum nível de educação básica, e por isso quem o faz é porque procura compreender o tema por esforço próprio. Eu sou um desses professores que têm a Astronomia como hobby, e espero poder passar um pouco desse fascínio para meus alunos. Outro motivo para a escolha desse tema é por que ele permite que o aluno tenha uma percepção muito diferente de espaço e de Universo onde se insere. Além do mais é um dos tópicos sugeridos pelos PCN's e pela Proposta Curricular de Física da Secretaria de Educação de Minas Gerais, e que é raramente trabalhado no Ensino Médio, seja por falta de preparo dos professores, seja por falta de recursos para exploração. Nos PCN's +, a sugestão de se trabalhar Astronomia se encontra no Tema Estruturador 6 (*Universo, Terra e vida - unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo*). E também é um tema que contém conceitos que muitas vezes não correspondem aos do *senso comum* das pessoas e que por isso necessitam da

intervenção direta do professor, o que pode ser explorado com atividades investigativas, que é o foco do curso de especialização ao qual este trabalho está vinculado. A Lua foi escolhida como um dos objetos de estudo dessa pesquisa porque é algo que já está na linguagem das pessoas de qualquer cultura desde crianças. Ela é objeto de fácil visualização e suas fases e movimentos causam curiosidades, que podem e devem ser exploradas. As concepções científicas podem ser bem diferentes das concepções espontâneas dos alunos com relação à Lua. Por exemplo, de acordo com ANDRADE, M.J.P.de; NEUBERGER, C.V.; ARAÚJO, A.E.P. de(2009), alguns alunos da EJA de sua pesquisa consideraram, inicialmente, que a Lua é impalpável, formada de vento, ar ou nuvens. Considerando esses fatores, tenho grande interesse em analisar tais concepções, que são influenciadas por diversos fatores culturais e sociais. Outro ponto importante é o fato dos estudantes, principalmente os adultos, associarem a Lua com explicações supersticiosas de eventos ligados ao dia-a-dia. Por exemplo, é comum as pessoas dizerem que é bom (ou ruim) cortar os cabelos em noite de Lua Cheia. Ou que uma colheita será farta se semeada em noite de Lua Cheia. Essas superstições não têm evidência científica, e por isso outra motivação desse trabalho será trabalhar com os estudantes os conceitos científicos, modificando as concepções espontâneas. É importante salientar que este trabalho não busca hierarquizar os conceitos associados a superstições e/ou crenças populares e os conceitos científicos. Um não é superior ao outro, mas objetiva-se com essa pesquisa mostrar aos estudantes os conceitos do ponto de vista da ciência. A cultura de um estudante amplia-se quando ele compreende a cultura científica, mas sem entrar em detrimento com sua cultura popular. Como o trabalho busca averiguar suas concepções espontâneas, é claro que tais interpretações populares serão citadas, mas quando tenta-se modificá-las, é apenas com o intuito de apresentar o conhecimento científico.

Com essa expectativa em mente, o presente trabalho terá como um dos objetivos compreender melhor, ao estar diante de novos conhecimentos e problemas científicos, a linha de pensamento desse público que tem muito a nos ensinar.

REFERENCIAL TEÓRICO

A metodologia deste trabalho estará centrada em processos investigativos por parte dos alunos, que será explicado a seguir. Um processo desse tipo é bem diferente das tradicionais formas de ensino. Normalmente o professor limita-se a transmitir as informações e os alunos limitam-se a ouvir, e às vezes nem são permitidos questionar ou, quando isso ocorre, suas respostas não são levadas em conta. Os estudantes copiam, estudam com exercícios e fazem as provas, sem uma interação e uma investigação apropriadas. Em uma atividade investigativa a interação e diálogo entre aluno e professor são fundamentais. Nessa perspectiva, o aluno é guiado pelo professor e tem mais autonomia para colocar suas ideias e hipóteses. O professor deixa de ter um papel de transmissor de informações e passa a assumir um papel de guia, levando os alunos a discussões e considerando o seu ponto de vista. O termo investigativo começou a ser discutido nos meios acadêmicos há pouco tempo, sempre influenciados pelas políticas pedagógicas de outros países. Na maioria dos países desenvolvidos, a investigação em ciências já é essência dos projetos pedagógicos. Considerando a eficácia desse projeto, há alguns anos vêm aparecendo cursos de capacitação para os professores desenvolverem práticas menos cansativas e mais interativas. De acordo com SÁ, E.F. de; PAULA, H.F.; LIMA, M.E.C.C.; AGUIAR, O.G. de (2007), as atividades investigativas propiciam uma maior curiosidade dos alunos e os levam a compreender melhor a validade de conceitos científicos dentro de cada contexto. Segundo esses autores, qualquer atividade pode ser investigativa (práticas experimentais, demonstrações, exercícios, simulações, filmes, etc.), contanto que permita uma maior interação entre o professor e os alunos, levando em conta seus pontos de vista e dialogando com suas concepções espontâneas. A vantagem dessa característica no processo de ensino-aprendizagem é que os alunos participam de forma mais ativa na construção do conhecimento. Principalmente em uma sociedade moderna onde a informação é cada vez mais superficialmente acessada, é importante que não haja passividade nas aulas de ciências. Segundo TAMIR (1990), uma atividade prática tem diferentes níveis de investigação. Uma atividade tem nível 0 quando os problemas, procedimentos e conclusões são fornecidos e/ou conduzidos pelo professor. Ela tem um nível 3 quando eles estão em aberto e os alunos devem decidir os passos e concluir sozinhos. Nessa

pesquisa serão feitas atividades com níveis intermediários (níveis 1 e 2), pois serão os níveis mais adequados às condições de trabalho e cognitiva dos alunos. Os conceitos de Astronomia não são tão concretos para a maioria das pessoas, a experiência diária não permite uma vivência constante com os mesmos, e por isso um problema e/ou atividade aberto demais poderia ter muitas dificuldades. Assim, os níveis 1 ou 2 são mais adequados para que os alunos não sejam totalmente autônomos nem totalmente passivos no processo de aprendizado. E o nível 0 já é bem menos investigativo, e neste trabalho os procedimentos poderão sim ser conduzidos pelos alunos, como será explicado adiante.

A atividade investigativa neste contexto ainda é mais complexa por se tratar da aprendizagem de jovens e adultos. De fato ela não ocorre da mesma forma que ocorre com as crianças e adolescentes. O adulto já detém uma experiência de vida que deve ser considerada no momento discursivo em sala. A personalidade do estudante já está formada e, portanto, não é papel do educador criá-la com valores que normalmente são vistos pela primeira vez na adolescência. Então é importante a conversa com os estudantes, o resgate de suas vivências e principalmente a contextualização com sua vida. No caso da Astronomia o fator curiosidade será importante. Os alunos terão a oportunidade de comparar uma série de conceitos construídos ao longo de suas vidas com o conceito da ciência e conhecer de fato as características da Lua, do Sol e do Universo no geral. Isso confrontará com o que já sabem e, assim, poderão ter uma visão maior e mais aprofundada do Cosmo.

Malcolm Knowles, em 1976, criou as bases da andragogia. Segundo ele, ela é a "arte e a ciência destinada a auxiliar os adultos a aprender e a compreender o processo de aprendizagem dos adultos". Ele defende que muitos dos problemas atuais das EJA's estão no fato de que a pedagogia aplicada é exatamente igual a que é aplicada às crianças. Deve-se pensar uma nova forma de lidar com esses estudantes. Segundo Knowles (1976), a andragogia se baseia em quatro princípios, a partir dos quais se conclui que o adulto aprendiz não equivale à criança aprendiz. O adulto:

1. Modifica o seu auto-conceito deixando de ser um indivíduo dependente (conforme a Pedagogia) para ser um independente, auto dirigido;
2. Acumula uma crescente reserva de experiências e conseqüentemente um maior volume de recursos de aprendizagem;

3. Tem sua motivação de aprendizagem cada vez mais orientada para buscar desenvolver seus papéis sociais;
4. Modifica sua "perspectiva de tempo" em relação a aplicação de conhecimentos; para os adultos o maior interesse é de conhecimentos de aplicação mais imediata e em consequência a sua aprendizagem deve deixar de ser centralizada no conteúdo para centralizar-se no problema.

O processo toma então um lugar de destaque no aprendizado de adultos. No princípio 1 percebe-se que o adulto tem agora toda a capacidade de perceber o processo de aprendizagem e de participar do mesmo, como um sujeito ativo e de certa forma independente. Segundo Houle (1972), o ensino deve ser cooperativo, e não operativo. O professor deve se tornar um facilitador na busca do conhecimento e deve sempre discutir com os alunos o próprio processo do ensino, modificando e adaptando à realidade deles de forma conjunta. O professor deve ter em mente esses detalhes para uma melhor compreensão de conceitos que muitas vezes são distantes do aprendiz. Se ensinados de forma inadequada, a desmotivação será algo inevitável, já que o adulto normalmente já está cansado do trabalho durante o dia e assim precisa de estímulos para aproveitar aquela oportunidade que tem à noite.

O ensino de Astronomia não pode se desconectar dos pressupostos discutidos acima, visto que é uma ciência importante histórica e culturalmente. Mesmo que aparentemente distante da realidade dos estudantes (pois eles mesmos não buscam esse conhecimento e/ou não são motivados para isso), ela permite uma maior compreensão de muitos fenômenos e aplicações, como o calendário, as estações e o clima. Segundo OLIVEIRA (1997),

Numa primeira análise, leiga e sem profundidade, pode-se questionar a necessidade desse tipo de conhecimento e sua aplicabilidade à solução dos problemas mais corriqueiros com os quais nos deparamos no dia-a-dia. Basta, entretanto, um estudo e uma reflexão mais profunda para perceber-se de forma cabal que, mesmo no dia-a-dia, a Astronomia participa de nossas vidas de modo intenso e inexorável. O suceder dos dias e das noites, a divisão do tempo em horas, minutos e segundos, o calendário com o ano de 365, seus meses e semanas, as estações do ano, as marés, as auroras polares, e até mesmo a vida em nosso planeta – sustentada pela energia que recebemos do Sol – são temas exaustivamente estudados e, às vezes, determinados, pela Astronomia. (OLIVEIRA, 1997)

Um dos temas centrais nessa pesquisa são as fases da Lua. É comum as pessoas citarem quatro fases (Cheia, Nova, Quarto Crescente e Quarto Minguante), mas na realidade a Lua não tem apenas quatro fases. É importante que aqui se

defina fase da Lua e o que será considerada como tal para se avaliar as concepções dos estudantes e se realizar as atividades investigativas. Fase da Lua é o aspecto que ela tem vista da Terra em certo momento, considerando-se a parte iluminada e a parte não iluminada pelo Sol. A Lua tem uma órbita em torno da Terra que dura aproximadamente 28 dias, portanto, a cada dia a Lua avança um pouco em sua órbita e passa a apresentar, para a Terra, uma fração iluminada diferente de sua face voltada para nós. Conclui-se com isso que a Lua não tem quatro fases, mas 29 (uma para cada noite), pois em nenhuma noite ela está exatamente igual à anterior ou posterior. Os quatro nomes presentes no calendário representam apenas uma classificação didática, e porque é bem mais fácil memorizar quatro fases, ao invés de 29. Assim sendo, a fase Cheia real é somente naquele instante em que a Lua está com 100% de sua face iluminada, a fase Quarto Minguante só ocorre no exato instante em que 50% de sua face está iluminada, 7 dias depois da real fase Cheia, e assim por diante. De acordo com CANALLE (1997),

O que deveria ser ensinado é que toda noite vemos uma fração diferente da face iluminada da Lua e que temos quatro noites para as quais damos nomes especiais para a parte visível dela, que são as noites de lua cheia, quarto minguante, nova e quarto crescente. Fora essas noites especiais, temos apenas um período de lua crescente (que vai da nova até a cheia) e outro de lua minguante ou decrescente (que vai da cheia até a nova) como definido no Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica de Ronaldo R. F. Mourão, Ed. Nova Fronteira, 1987; sendo que em cada noite a aparência dela é ligeiramente diferente daquela observada na noite anterior. Assim sendo, não teríamos 4 fases para a Lua, mas sim cerca de 29 fases, uma para cada noite e apenas dois períodos: um crescente e outro minguante. Com isso, creio que causaríamos menos confusões no entendimento dos alunos. (...) (CANALLE, 1997)

Ou seja, com exceção do exato momento em que a Lua está Cheia ou Nova, ela está ou em fase Crescente (da Nova para a Cheia) ou em fase Minguante (da Cheia para a Nova). Quarto Crescente e Quarto Minguante são os dois momentos intermediários.

Mas ressalta-se que neste trabalho serão consideradas, apesar do exposto acima, as quatro fases da Lua por motivo de conveniência didática e de classificação por parte dos alunos. Esse tema poderá ser discutido em sala de aula, mas, nas questões e observações, será adotada a forma padrão de classificação em quatro fases, para que não haja confusões.

Contra-pondo-se os conceitos científicos com os espontâneos dos alunos a Astronomia pode se tornar muito interessante e contextual, e pode permitir que os estudantes tenham o prazer da descoberta, através de atividades investigativas e analisando o conhecimento que inicialmente trazem.

PROBLEMAS DE PESQUISA

Destaquei os seguintes problemas a serem refletidos ao longo da pesquisa:

- Quais as concepções que os alunos da EJA possuem com relação às fases e características gerais da Lua e sua relação com as distâncias e diâmetros da Terra, do Sol e das estrelas fixas?
 - Quais as características de atividades investigativas que possibilitem os alunos a compreenderem os assuntos propostos?
 - Como essas concepções são alteradas após a realização de atividades investigativas?

METODOLOGIA

A pesquisa será feita com uma turma de 2º ano do Ensino Médio na EJA de uma escola da rede particular de Belo Horizonte com 14 alunos. Eles são de baixa renda e não pagam mensalidade. São alunos de uma comunidade carente e na grande maioria trabalhadores. A média de idade da turma é de 29 anos, sendo que 11 são mulheres e 3 são homens. Entre eles, dois são pedreiros. E entre elas, a grande maioria é doméstica, trabalhando em casas próximas à escola. Os períodos letivos da EJA são três no Ensino Médio, cada qual com seis meses de duração. Apesar de ser um curso semestral, a avaliação é similar àquela feita em regimes regulares anuais: 100 pontos distribuídos, duas etapas (40 e 60 pontos), sendo que as atividades desta pesquisa iniciarão na semana anterior a das primeiras provas da 1ª etapa. Serão distribuídos 9 pontos para as atividades desta pesquisa.

Os alunos estudaram, no 1º ano, os conceitos da termologia e da óptica. No 2º ano (série atual dos alunos), e no primeiro mês de aula até as atividades desta pesquisa, eles estudaram os princípios básicos da dinâmica (Leis de Newton). Foi

por esse motivo que foram os alunos do 2º ano os escolhidos, já que o estudo da ótica já ocorreu e o da mecânica estará recente. Isso será útil pois é importante que os alunos tenham uma noção do que seja a luz e também um pouco das leis da mecânica, já que muitos conceitos que serão trabalhados dependerão dessas ideias. Seria uma perda de tempo razoável se fosse necessário ensinar conceitos de ótica e mecânica para que as atividades sejam compreendidas.

O pré-teste

Será o primeiro contato da pesquisa com os alunos. Primeiramente será feito um levantamento de alguns trabalhos que também investigaram as concepções dos alunos da EJA com relação à Lua e a outros tópicos de Astronomia. As questões serão em parte criadas por mim e em parte adaptadas desses trabalhos, como o artigo de ANDRADE, M.J.P.de; NEUBERGER, C.V.; ARAÚJO, A.E.P. 2009. As questões serão acerca das fases da Lua e também sobre as distâncias e escalas de tamanho entre a Terra, Sol, Lua e estrelas. Com o objetivo de conhecer as concepções espontâneas dos alunos com relação a esses conceitos astronômicos, será feito um teste (presente no Anexo I). Os alunos serão instruídos quanto à pesquisa no geral e às minhas intenções como professor pesquisador. Será pedido que essas questões sejam respondidas com a maior sinceridade possível e que eles não fiquem preocupados quanto aos erros, já que o meu objetivo será justamente saber o que eles sabem. Ou seja, será deixado bem claro que o questionário é investigativo, e não avaliativo. Para que eles fiquem mais tranquilos também não será estipulado tempo para as respostas, de forma que eles poderão responder com calma. Eles ficarão em uma sala comum com uma certa distância entre si. Cada questão será ditada somente após os alunos terem respondido à anterior, e eles responderão uma de cada vez. Eles receberão para isso uma folha em branco apenas com os números das questões e as figuras necessárias, com um espaço apropriado para a resposta de cada questão. Há no Anexo II uma cópia dessa folha. Será instruído que eles não poderão modificar as respostas anteriores, mas poderão consultá-las. Abaixo apresento uma análise dos propósitos de cada questão.

Questão	Propósito
1	Nem sempre as pessoas refletem sobre a natureza da matéria que está

	além do nosso planeta. O conhecimento dessa natureza permite se ter uma ideia dos processos que ocorrem na Lua (as crateras, a cor de sua superfície, a formação de montanhas e o seu campo magnético, etc.) e de sua evolução. Ao se tratar da Lua, saber do que ela é feita é importante para uma melhor compreensão geral de sua constituição. Especificamente, se ela é feita do mesmo tipo de matéria da Terra ou não.
2	A Lua sempre mostra a mesma face para a Terra. Essa questão terá como objetivo saber se os alunos sabem ou não disso.
3	Essa questão tem como objetivo saber qual o significado que as fases da Lua têm para os alunos. O que elas representam? O que pode-se concluir do fato da Lua ter fases? Essa pergunta é mais geral e bem aberta, com o propósito de deixar o aluno escrever suas ideias e argumentar.
4	Questão básica, mas fundamental. Será que os alunos sabem quais são as fases? Será que eles sabem que o nome adequado é quarto crescente e não somente crescente? A expectativa será que os alunos citem a fase Cheia, mas as outras fases não.
5	Aqui o aluno terá a oportunidade de desenhar, de representar, de concretizar aquilo que vê. Com a resposta poderei saber se eles têm a representação adequada das fases (de acordo com o que foi considerado no referencial teórico desta pesquisa) e sabem identificar cada uma com aquilo que vêem no céu ou nos meios de comunicação. É claro que a resposta da questão 4 influenciará muito a dessa questão, já que para desenhar as fases, será importante que eles saibam quais são essas fases.
6	É muito comum a concepção de que a Lua só aparece à noite. Para se compreender completamente as fases, é importante que o aluno saiba que o tempo que a Lua está acima do horizonte durante o dia é praticamente o mesmo que durante a noite. Mas, pela luminosidade do céu, normalmente as pessoas não a percebem durante o dia. O objetivo

	dessa questão será de constatar ou não essa concepção.
7	Assim como existe dia e noite na Terra, existe dia e noite na Lua, mas com uma frequência bem menor, já que o período de rotação da Lua é em torno de 28 dias terrestres. As pessoas não associam a parte iluminada da Lua com o seu dia, e a parte não iluminada com a sua noite. A compreensão ou não desse fato será importante para saber se os alunos tem a consciência ou não da rotação lunar.
8	Normalmente as pessoas sabem que a Terra é maior do que a Lua, mas somente porque esta aparece menor do que a Terra no céu. Sem ter noção da distância Terra-Lua, uma Lua Cheia alta no céu comparada à imensa abóboda celeste normalmente parece ser menor que a “enorme” Terra. Mas os alunos não têm consciência às vezes de que uma estrela, que aparenta ser um ponto no céu, é milhares de vezes maior que nosso planeta. Essa questão terá como propósito investigar essa percepção dos alunos.
9	Essa questão é análoga à questão 8. A comparação entre a Terra e o Sol é mais óbvia por parte da maioria das pessoas. Mas mesmo assim será importante conhecer essa concepção dos estudantes.
10	Aqui a comparação entre os tamanhos da Terra-Lua-Sol novamente será cobrada através de desenhos e representações, para que o alunos tenham a liberdade de expor o seu ponto de vista. Será dado a eles um espaço relativamente grande para representar o Sol, caso o façam corretamente. Na verdade, se feito assim o Sol não caberá no espaço reservado para a questão. Mas se o aluno tiver essa noção de que o Sol é bem maior que a Lua ele poderá escrever que ele não caberá na folha. Será muito importante saber o que os alunos sabem a respeito do tamanho desses astros, para se ter uma noção de suas ideias de tamanho do espaço no geral. Será explicado o que é “desenhar em escala”.
11	Além de conhecer as fases da Lua, é importante identificá-las a partir de uma imagem de uma de suas fases. Essa questão terá como objetivo

	testar essa habilidade, com uma figura do quarto crescente. É importante destacar que se a Lua está em fase Crescente ou Minguante isso depende de qual hemisfério ela é vista. No caso dessa questão considera-se que a fotografia foi tirada no Brasil. Essa informação será passada para os estudantes posteriormente.
12	Essa foi uma questão que objetivará testar a escrita e argumentação por parte dos alunos. Como eles explicam as fases da Lua? Qual a origem dessas fases no ponto de vista deles? Saber isso será importante pois esse é um dos conceitos que serão trabalhados em uma das atividades investigativas posteriores.
13	A última questão testará a noção de distância entre Terra-Lua-Sol, especificamente a ideia de que a Lua está muito mais próxima da Terra do que do Sol. Como a Lua e o Sol têm aproximadamente o mesmo tamanho aparente vistos da Terra, essa concepção poderá ser bem diferente da adequada (Lua bem mais próxima da Terra do que o Sol).

As respostas de cada questão serão reunidas em um gráfico e/ou tabela com dados que envolverão:

- A resposta em si;
- Acertos e erros;
- Resposta esperada;
- Comentários.

Os critérios a serem usados para se analisar o pré-teste terão como base a comparação entre o conceito cientificamente adequado (explicitado na análise dos resultados) e o apresentado pelos alunos, já que o objetivo é apenas analisar as concepções espontâneas. Será feito um levantamento das respostas e algumas delas serão exibidas ao se analisarem os resultados, principalmente as discursivas. Nos comentários tentarei verificar algum grau de regularidade nos erros e acertos, bem como identificar alguma causa de eventuais erros e/ou mitos ligados à Lua.

Atividade 1: Acompanhamento da Lua (lunação)

As atividades propostas nessa pesquisa foram adaptadas de um trabalho de autoria do orientador dessa monografia. Os alunos receberão uma atividade impressa de caráter investigativo e estruturada. Ou seja, eles deverão chegar às conclusões por si mesmos, mas os passos e procedimentos serão dados por mim. No Anexo III há uma cópia dessa atividade. O objetivo será a visualização das fases da Lua, observando diretamente o satélite a olho nu e diariamente, acompanhando a evolução das fases, desde a Nova até a Cheia. O motivo para isso é que os alunos chegam à escola às 19h e por isso observarão no horário de 18 às 19h. Nesse intervalo a Lua em Quarto Minguante não aparece, e sim em Quarto Crescente. Na fase Nova (dia 22/03, 1º dia de anotação) ela não aparecerá, mas os alunos deverão descobrir por si mesmos, quando começarem a perceber o seu “crescimento” alguns dias depois. Para cada dia eles deverão registrar o formato da Lua, a hora de observação e a posição da Lua em seu movimento em arco do Leste ao Oeste. As fases já estarão escritas na tabela.

Para essa parte, não será fornecida nenhuma informação referente à forma como devem desenhar essa posição da Lua. Será informada apenas a posição dos pontos cardeais no colégio (onde farão o registro durante a semana) por meio de um mapa. Para o caso de fazerem o registro em outros locais, por exemplo, nos finais de semana, devem usar os locais no horizonte relativos ao nascer e ao pôr do Sol para fazer referência aos pontos cardeais. A seguir um mapa da escola com os correspondentes pontos cardeais (fig. 1).

Eles deverão encontrar, então, uma forma de registrar a posição da Lua no céu, tomando como referência os pontos cardeais e a linha do horizonte. Caso eles não consigam descobrir uma forma de registro apropriada para a compreensão do movimento lunar com o passar dos dias, então será mostrado um desenho que servirá de base para esse registro (fig. 2).

Foram formuladas algumas perguntas nesta atividade que têm como objetivo a compreensão das características das fases da Lua. Os alunos as responderão durante o andamento do período lunar que estarão acompanhando. O objetivo dessa atividade é que os alunos entendam tais características através da própria observação da Lua.

	no céu. Com o andamento da atividade eles poderão compreender o motivo analisando os desenhos que serão feitos quando ela aparecer. O objetivo será mostrar que na Lua Nova ela não pode ser vista.
B	É o registro da tabela. Tem o objetivo de registrar a forma aparente da Lua com o passar dos dias.
C	Alguns alunos podem esperar encontrá-la no Leste, já que algumas pessoas sabem que os objetos celestes nascem no Leste e se põem no Oeste. Essa questão terá como objetivo mostrar que a Lua aparece primeiramente no Oeste, perto do Sol, e desloca-se para Leste a cada dia de observação.
D	A Lua começará a ficar mais iluminada, “crescendo” até a fase Cheia. Os alunos então perceberão que a Lua começa a mostrar as partes iluminada e escura em proporções distintas.
E	Eles perceberão que ela se deslocará para o Leste.
F	O objetivo dessa questão é verificar que o movimento aparente da Lua com o passar das horas é igual a todo astro: do Leste para o Oeste.
G	Por ser o ponto mais alto de todos os dias de observação no período pesquisado (22/03 a 05/04), os alunos poderão supor que nesse dia ela deverá aparecer no zênite, o que não ocorrerá, já que estamos em latitude de 20° Sul e, nessa época, a Lua não terá declinação de -20°, o que é necessário para que ela apareça no zênite.
H	O objetivo será mostrar aos alunos que a letra “C” é a mais apropriada para descrever a Lua em Quarto Crescente aqui no Hemisfério Sul.
I	O objetivo é verificar que a Lua nasce, a cada dia, aproximadamente 50 minutos mais tarde do que no dia anterior.
J	Reforçar a observação da questão I.

Atividade 2: Simulação das fases da Lua

Depois da atividade relativa à lunação os alunos farão uma pequena atividade em grupos para fixar a compreensão do movimento lunar e fases correspondentes.

Ela será feita em grupos de 4 alunos, cada grupo por vez, na sala com a luz apagada. Com a luz de um retroprojektor representando o Sol e uma bola de isopor de 10 cm de diâmetro representando a Lua, um dos integrantes do grupo representará a Terra. Cada grupo deverá decidir de que forma essa pessoa deve segurar a bola para representar o movimento da Lua em torno da Terra. O grupo deverá realizar esse movimento de forma que as fases da Lua sejam vistas por esse estudante. Depois os outros fazem o mesmo. Após essa atividade, cada grupo deverá fazer um pequeno relatório explicando de que forma os alunos representaram o movimento da Lua e um desenho mostrando o que eles viram na bolinha. Eles deverão comentar o que aprenderam.

Feito adequadamente, os alunos poderão visualizar a parte iluminada da Lua de acordo com que vão girando a bola de isopor acima de suas cabeças. Neste caso, apenas o aluno que está segurando a bola poderá ver o que vemos na Terra. Na fase Cheia eles estarão de costas para o retroprojektor (Sol) e verão a bola toda iluminada. Na fase Nova eles estarão de frente para o retroprojektor e verão a bola toda escura. Depois será salientado que a simulação tem um pequeno problema: ao girar a bola acima de suas cabeças, os alunos poderão supor que a Lua gasta 24 horas para orbitar a Terra, já que eles giraram juntos com a bola. Pois, ao girar, os alunos (representando a Terra) dão uma volta em torno de si mesmos, enquanto a bola de isopor (representando a Lua) completa uma órbita. E isso está incorreto, já que enquanto a Lua completa essa órbita, a Terra gira em torno de si mesma aproximadamente 28 vezes. Também será comentado o fato da Lua sempre mostrar a mesma face para a Terra, o que foi apresentado no pré-teste e poderá ser bem visualizado com essa simulação. A seguir uma representação do que os alunos irão fazer.

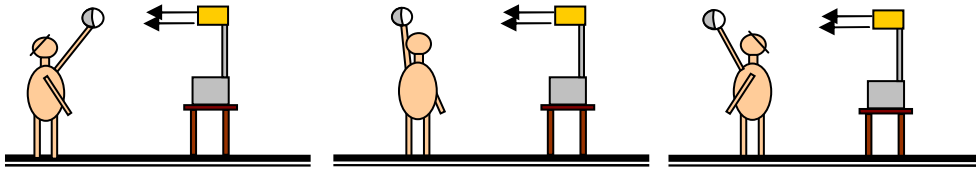


Figura 3: Simulação do movimento lunar com o retroprojektor

Atividade 3: Maquete do Sistema Terra-Lua

Essa atividade será feita logo após o pré-teste, com o objetivo de visualizar as relações de distância e de tamanho, em escala, da Terra, Lua e Sol. A maquete caberá dentro da sala. Os alunos, divididos em grupos, recortarão um disco de cartolina de 6,4 cm de diâmetro representando a Terra (um disco para cada grupo). Nessa escala, como o diâmetro terrestre é de 12760 km, cada centímetro representará aproximadamente 2000 km. A escala é, então, de 1: 200 000 000. Como o diâmetro lunar é de 3476 km, nessa escala, o disco de cartolina que representará a Lua terá 1,7 cm de diâmetro. A distância real Terra-Lua é cerca de 38×10^4 km. Logo, nessa escala, um barbante esticado de 1,9 m representará a distância Terra-Lua. Esse tamanho de barbante foi adequado para caber dentro de uma sala de aula comum. As extremidades dos barbante deverão ser presas nos centros dos discos, uma vez que a distância Terra-Lua informada é entre os centros dos astros. A figura 4 mostra o Sistema Terra-Lua em escala reduzida, como os alunos farão.

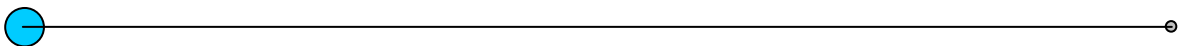


Figura 4: Sistema Terra-Lua em escala reduzida

Nessa escala de 1: 200 000 000, o diâmetro solar é de 700 cm ou 7 m, representando um diâmetro real de 1,4 milhões de quilômetros. 7 m seria a altura aproximada de um prédio de 2 andares. A distância Terra-Sol (150 milhões de quilômetros) seria, nessa escala, representada por um barbante esticado de 750 metros. Será indicado um local conhecido pelos alunos a essa distância da escola, para que o resultado tenha sentido.

A maquete será usada para se visualizar os eclipses lunar e solar. Para isso, os alunos usarão um retroprojektor representando a luz solar e eles deverão discutir entre si o que devem fazer para representar com os discos esses eclipses. Essa seria então uma atividade investigativa semi-estruturada, onde os alunos terão os materiais e o objetivo, mas não os procedimentos. Isso fará com que tenham que formular hipóteses e testar na prática, corrigindo erros e chegando a conclusões. O aprendizado será mais eficiente, pois o aluno será ativo nesse processo.

Assim, colocando os discos que representam a Terra e a Lua na ordem Terra-Lua-retroprojektor e Lua-Terra-retroprojektor, eles verão a simulação de um eclipse solar e lunar, respectivamente. Claro que um aluno poderá perguntar se isso não deveria ocorrer todos os dias de Lua Nova e Cheia. A explicação está no fato do plano de órbita da Lua em torno da Terra estar inclinado de aproximadamente 5° em relação ao plano de órbita da Terra em torno do Sol, como mostra a figura 5.

Será levado para a sala de aula um triângulo isósceles de 1 metro de altura e ângulo agudo de 5° feito de cartolina para posicionar o plano de órbita lunar, para que os alunos vejam que, assim, não tem como haver eclipses, o que ocorre em praticamente todas as lunações (figura 6). Claro que esse plano de órbita lunar muda de inclinação com o passar do tempo, o que levará a ocorrência de eclipses em alguns raros momentos. Mas na grande maioria das órbitas lunares, a Lua não se alinha com a Terra e o Sol. Esse triângulo não é construído pelos alunos, e sim exposto pelo professor para explicação de um detalhe da órbita lunar. O caráter investigativo aqui não está na construção do triângulo, e sim na discussão que se faz sobre essa questão.

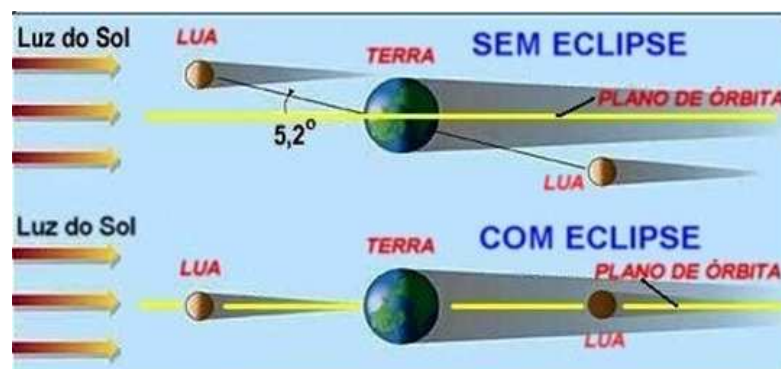


Imagem: pfm.howard.edu

Figura 5: Plano de órbita da Lua inclinado de 5° em relação ao plano de órbita da Terra

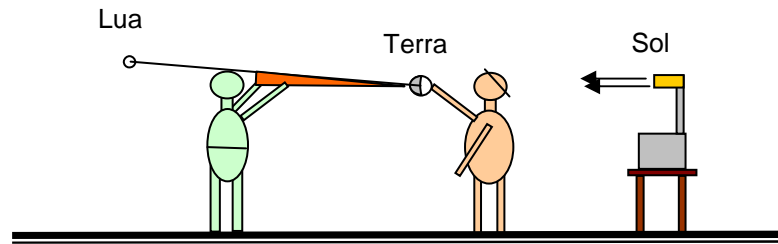


Figura 6: Triângulo de cartolina usado para destacar a inclinação da órbita lunar de 5° .

A seguir haverá uma discussão geral sobre a atividade e sobre os conceitos tratados, a fim de se avaliar o aprendizado dos alunos. Na análise dos resultados dessa atividade ficará mais claro o que foi feito exclusivamente pelos alunos e o que foi passado por mim, e assim ficará nítido o caráter investigativo da mesma.

Atividade 4: Discussão dos conceitos gerais com os alunos

Após a atividade 3 (maquete) todos os conceitos analisados no pré-teste serão vistos ou revistos em sala de forma investigativa em diferentes graus, ou seja, certas questões serão abordadas de forma mais aberta e dialógica do que outras. Aquelas que foram de certa forma abordadas nas atividades serão mais dialogadas do que aquelas mais difíceis que não foram discutidas. E a experimentação terá aqui um caráter bem esclarecedor, sobretudo em conceitos menos lógicos. A atividade foi gravada em áudio e vídeo com o objetivo de se analisar posteriormente os diálogos ocorridos. Conceitos como a interação gravitacional entre a Terra e a Lua e suas órbitas em torno do centro de massa serão abordados. Também pretende-se apresentar uma demonstração que simula a órbita da Lua e o que aconteceria com ela se não houvesse a gravidade terrestre: um carrinho a pilha girando preso lateralmente a uma corda fixa, que pode ser solta. Será uma aula ou duas com a revisão dos conceitos mais importantes para uma fixação maior do alunos.

O Pós-Teste

O pós-teste será, em essência, idêntico ao pré-teste, mas com questões similares para se analisar as alterações das concepções dos alunos. Ele será aplicado logo após a realização das atividades investigativas apresentadas. A coleta e análise de dados serão semelhantes às feitas no pré-teste, mas nesse caso a comparação de dados será o foco. Essa comparação será uma forma de avaliar as atividades, a fim de verificar se as concepções dos alunos foram alteradas. E se foram, em que grau isso ocorreu.

Serão comparadas as mudanças de concepção antes e depois das atividades, analisando as questões não uma por uma como no pré-teste, mas de acordo com os conceitos aprendidos. As reincidências de erros, mudanças de perspectiva, capacidade maior de representação, etc. serão analisados. As questões foram criadas com base no pré-teste, com o intuito de serem parecidas, mas nem todas idênticas. O motivo para isso é meramente didático. Poderiam ser cobradas as mesmas questões, mas outros conceitos vão aparecendo durante o processo e também será interessante um questionário diferente para não desmotivar os alunos. Nos Anexos IV e V encontra-se uma cópia do Pós-teste e da folha que os alunos receberão em branco, apenas com as figuras, para as respostas.

A seguir uma análise dos propósitos de cada questão.

Questão	Justificativa/propósito
1	Espera-se que os alunos saibam a localização da Lua para cada fase, o que indicará que sabem, em essência, o real motivo para existirem as fases da Lua.
2	Após a atividade da simulação do movimento lunar, espera-se que os alunos saibam a relação entre a rotação e a translação lunar, que possuem o mesmo período, razão pela qual a Lua mostra a mesma face para a Terra.
3	Essa questão tem o mesmo objetivo da questão 1, quando após as

	atividades, os alunos saibam explicar as fases em termos das posições da Terra, Lua e Sol.
4	Espera-se que os alunos saibam que cada fase (classificação discutida no referencial teórico desta pesquisa) dura aproximadamente 7 dias, principalmente após a atividade de observação lunar (lunação).
5	Também espera-se que os alunos saibam que sim.
6	No Pré-teste foi analisado o Quarto Crescente, e agora, o Quarto Minguante. Com as atividades de lunação e da simulação do movimento lunar, espera-se que os alunos saibam responder adequadamente.
7	Com a atividade da maquete, espera-se que os alunos saibam que o diâmetro da Terra é aproximadamente 3 vezes e meia maior do que o da Lua.
8	A questão é a mesma do pré-teste, com o objetivo de averiguar se houve modificação das concepções de distância entre Terra, Lua, Sol e estrelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Pré-teste

O Pré-teste foi realizado com 14 alunos, e seguiu exatamente todas as previsões explicitadas na metodologia dessa pesquisa. Os alunos não tiveram um tempo específico para responder às questões, então o tempo total foi bem longo, já que cada questão foi explicada com bastante cuidado. Eles gastaram cerca de uma hora e 40 minutos no total. A seguir apresento uma análise de cada questão com um comentário. Algumas respostas dos alunos serão exibidas para complementar a análise.

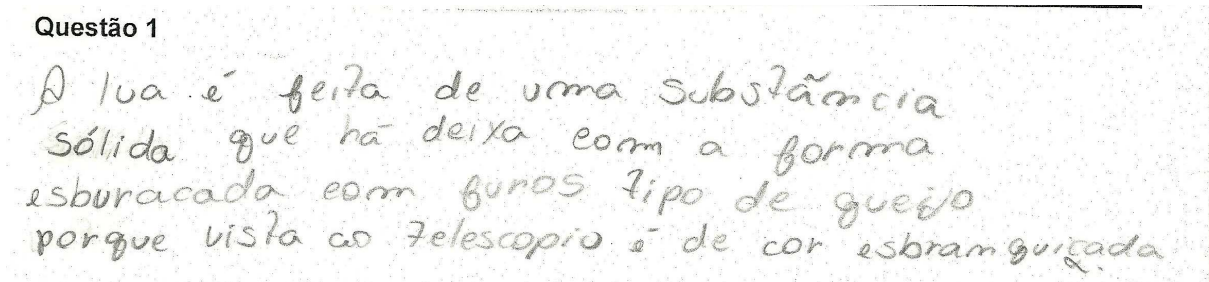
Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
1	A Lua é feita de rochas e metais	4: A Lua é formada por crateras.

	similares aos encontrados na Terra.	<p>3: A Lua é formada por substância sólida, por rochas ou pedras.</p> <p>3: A Lua é formada por material leve, gasoso ou poroso.</p> <p>2: A Lua é formada por meteoros.</p> <p>2: Não sabiam.</p>
--	-------------------------------------	---

Comentários: O fato da Lua conter crateras é bem conhecido pela população. A resposta mais comum foi a de que as crateras são a constituição principal da Lua, e apenas 3 alunos responderam como o esperado, ao dizer que a Lua é feita de rochas ou pedras, mas até alguns desse grupo citaram as crateras. É interessante observar que 3 alunos disseram que a Lua é formada por material leve ou gasoso, o que já se pôde observar em outras pesquisas (ANDRADE, M.J.P. de; NEUBERGER, C.V.; ARAÚJO, A.E.P. 2009). Muitas pessoas tendem a associar os objetos celestes com algo leve, rarefeito, semelhante a nuvens, já que estão em cima, no alto, “flutuando”. As pessoas podem achar que, se fossem de material sólido, eles deveriam cair. Esse pensamento parece comum.

A seguir a resposta do aluno 1:

Questão 1



A lua é feita de uma substância sólida que há deixa com a forma esburacada com buracos tipo de queijo porque vista ao telescópio é de cor esbranquiçada

Ela está na categoria que associa a Lua a uma substância sólida e portanto na categoria mais próxima da realidade. Observe que há uma preocupação em descrever os “buracos” da Lua, já que as crateras e formas irregulares sempre são vistas na Lua Cheia, e também a cor bem clara da mesma foi descrita, como sendo a Lua algo “esbranquiçada”.

A seguir a resposta do aluno 2:

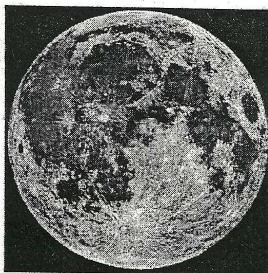
Questão 1 Do que você acredita que é feita a lua?

De camadas de gases. Porque quando agente olha, ela não é uma coisa sólida, ela tem algumas crateras.

Ela se enquadra na categoria que associa a Lua a algo leve, gasoso. Observe que mais uma vez as crateras aparecem na descrição, já que é algo bem visto pelas pessoas no geral.

Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
2	Não, já que a face mostrada sempre é a mesma.	10: Sim, mostrando as outras partes para a Terra. 4: Não muda, sempre mostra o mesmo lado.

Comentários: A grande parte dos alunos acham que a Lua mostra as outras partes, ou a outra face para a Terra. Apenas 4 responderam que não. Esses não se preocuparam em explicar, mas alguns dos 10 que disseram “sim” tentaram justificar, como mostro a seguir. A principal explicação que surgiu foi a de que a Lua gira, está em constante movimento, e por isso deve mostrar o outro lado, como vemos na resposta do aluno 3 a seguir.



Acho que sim, vemos o país da mediana em que gira vemos o seu lado oculto!

O movimento constante da Lua então foi a causa atribuída à exibição do outro lado da Lua. Mas os alunos não repararam que, quando a Lua aparece, o formato que vemos está sempre lá, caracterizando a única face mostrada para nós. Não avaliei dos alunos o motivo da Lua mostrar ou não sempre a mesma face, pois ele exige conhecer os conceitos relativos aos bojos de maré, centro de massa, etc.,

que eles não estudaram. Pretendo posteriormente abordar esse tema. Uma observação interessante é que não é tão fácil para os alunos perceberem que a face mostrada é sempre a mesma, pois o fato das fases da Lua se alterarem dá a impressão de que a face voltada pra nós também se altera. Para ilustrar isso, observe nas fotos abaixo, com diferentes fases da Lua, que o formato das crateras e os acidentes geográficos são os mesmos, apesar de estarem às vezes invertidos. Mas isso não é algo óbvio.



Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
3	Representam quatro momentos do movimento da Lua em torno da Terra, mostrando em cada um deles o quanto de sua face iluminada pelo Sol está voltada para a Terra.	<p>A) 3: Não sabiam.</p> <p>B) 3: Representam mudança.</p> <p>C) 4: Representam o movimento da Terra, na medida em que ela gira.</p> <p>D) 2: Representam o</p>

		<p>calendário, estações do ano.</p> <p>E) 1: Representam algo que beneficia a Terra.</p> <p>F) 1: Representam momentos para cortar cabelo, depilar.</p>
--	--	---

Comentários: Por ser uma pergunta mais difícil, três não sabiam. Nessa questão separei cada grupo de respostas por uma letra. Nas respostas do tipo B, a mudança foi o significado atribuído às fases lunares. O que não deixa de ser verdade, já que a metade iluminada pelo Sol se mostra de forma diferente para a Terra com o passar dos dias. Mas esses alunos não procuraram explicar o motivo. As do tipo C foram as mais corretas, mas associaram as fases ao movimento da Terra, e não da Lua. Imagino que o motivo para isso seja que a parte iluminada da Lua muda de forma a cada dia, e o dia normalmente é associado ao movimento de rotação da Terra. Outra possível causa é que os alunos podem saber que a Terra gira, já que essa discussão é comum na escola, mas não sabem que a Lua orbita a Terra. Nas respostas do tipo D, as fases foram associadas a eventos que na verdade estão ligados ao movimento da Terra, que foram o calendário (consequência da translação da Terra em torno do Sol, e também pelo fato das fases aparecerem nele) e as estações do ano (consequência da inclinação do eixo de rotação da Terra). Mais uma vez os jovens e adultos responderam com base em suas experiências, muito mais ligadas à Terra do que à Lua. As do tipo F associaram as fases a algumas superstições, o que eu esperava que ocorresse, inclusive com maior quantidade de respostas. O conhecimento popular e o misticismo ligado à Lua são muito conhecidos, mas creio que os alunos evitaram explicar dessa forma, já prevendo que tais explicações estariam inadequadas. A seguir a resposta do aluno 1, que respondeu com as superstições.

Questão 3

As fases da lua representam varias coisas
 A lua crescente interfere no crescimento
 de muitas coisas. A cheia tambem, minguarante
 e bom para depilação. E nova e boa para
 cortar os cabelos, os cabelos cresce com mais vitalidade

Questão 4

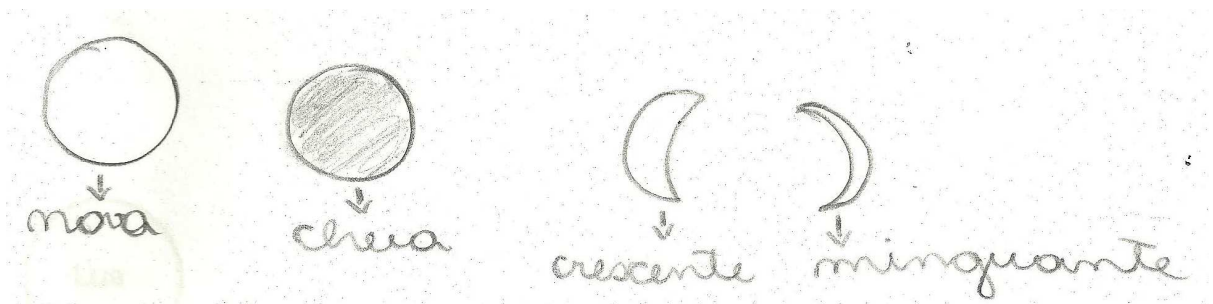
Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
4	Nova, Quarto Crescente, Cheia, Quarto Minguante.	1: Minguante. 1: Cheia, Crescente e Minguante. 1: Nova, Minguante e Cheia. 10: Cheia, Nova, Crescente e Minguante.

Comentários: Um primeiro detalhe é que na resposta de todos os alunos, quando apareceram as fases “Crescente” e “Minguante”, não apareceu nenhuma vez o termo “Quarto”. Acredito que o motivo é que na linguagem popular, nos calendários e na mídia, não é comum citarmos tal termo. Por isso ele não apareceu. Mas quando perguntei aos alunos posteriormente se o conheciam, alguns disseram que já ouviram, mas não sabiam o que significava, ou que o termo não fazia sentido. Três alunos esqueceram uma ou mais fases, mas a grande maioria sabia as quatro fases. Acredito que isso se deve ao calendário, onde aparecem os quatro nomes, e também à Astrologia, já que muitos alunos afirmaram consultar a fase da Lua para saber alguma informação sobre alguma coisa. Mas infelizmente não me pareceu que os alunos associam essas conhecidas fases às reais razões delas existirem, e tão pouco à razão de seus nomes.

Questão 5

Essa questão não tem exatamente uma resposta certa, já que dependerá da forma como os alunos desenharam as fases. O que se esperava é que os alunos soubessem que na fase Cheia, a Lua está toda iluminada pelo Sol, na fase Nova a parte totalmente escura está voltada pra nós, e nas fases Quarto Crescente e Quarto Minguante, uma parte da Lua está escura e a outra parte, clara. Como foi analisado e comentado na questão 4, eles não distinguem, por exemplo, Crescente de Quarto Crescente. Então apareceram desenhos onde a parte clara e escura não está na proporção meio a meio, e sim com uma grande parte escura e uma “fatia” clara, como costuma aparecer nos filmes e desenhos. O formato “sorriso” da Lua é muito difundido e por isso apareceu bem nos desenhos.

Analisando as respostas, pôde-se perceber que dois alunos apenas desenharam uma ou duas fases: a Cheia e Minguante. A parte clara na Lua Crescente ou Minguante em todos os alunos foi ora na esquerda, ora na direita. Ou seja, os alunos não tem o conhecimento de que, no hemisfério Sul, a fase Crescente se parece com um “C” e a fase Minguante se parece com um “D”, e que no hemisfério Norte é o oposto. Para confirmar, fiz posteriormente essa pergunta e realmente eles não sabiam. A grande maioria dos alunos representou as quatro fases (12 alunos) e, curiosamente, metade deles desenhou a fase Cheia escura e a fase Nova, clara, como mostram as respostas dos alunos 4 e 5 a seguir.

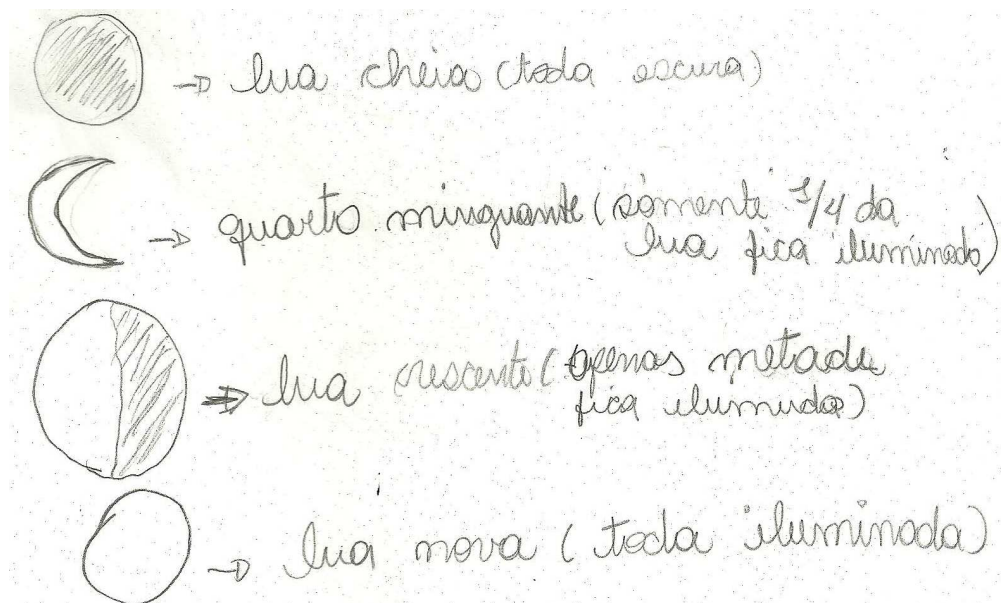


Acredito que os alunos se confundiram na hora de representar a parte iluminada ou não da Lua com uma figura hachurada ou não. Prova disso é que na figura mostrada acima, do aluno 5, ela inverteu o formato nas luas Crescente e Minguante, mas uma ela deixou branca e a outra ela hachurou. Ou seja, não há uma correspondência direta entre a parte clara do disco e a Lua Cheia, por isso a Lua Cheia está escura.

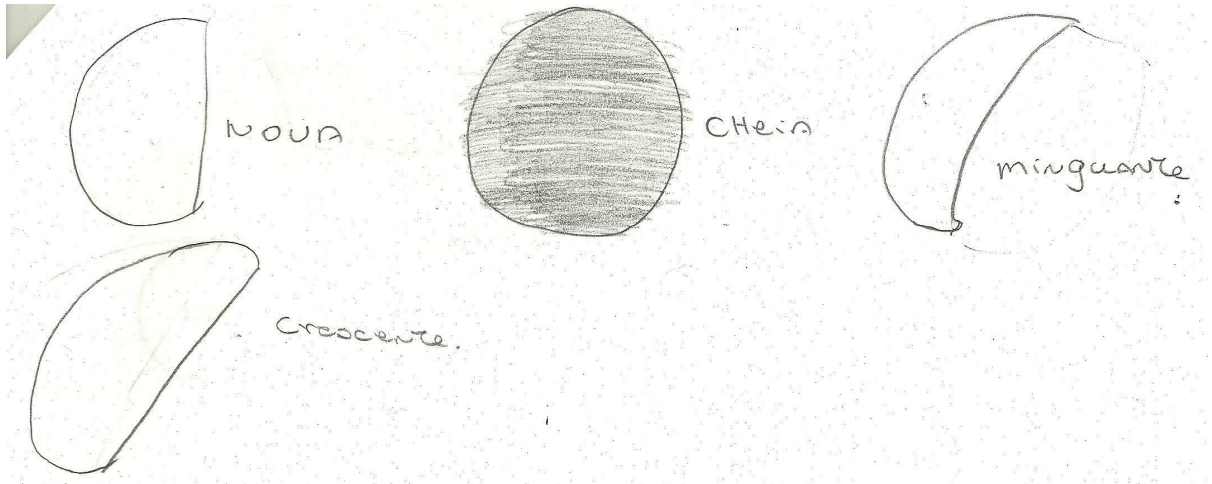
Dos doze que representaram as quatro fases, sete (maioria) colocaram as fases Crescente e Minguante ambas como um “C” ou “D”, ou seja, com o mesmo lado, esquerdo ou direito, claro. Os outros cinco desenharam em lados contrários, o que é o adequado. Isso se deve, na minha opinião, ao fato dos alunos não perceberem essa diferença. Nem sempre a Lua está como nas letras “C” e “D”, e por isso nem sempre as pessoas percebem a diferença entre as configurações. Mas se soubessem corretamente o motivo e as características das fases da Lua, seria simples perceber tal regra, já que na fase Crescente, a Lua aumenta a parte iluminada voltada para a Terra, e na fase Minguante ela diminui, logo são configurações opostas.

A seguir outros desenhos feitos pelos alunos 6 e 7.

Aluna 6:



Aluna 7:



Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
6	Sim.	2: Não. 2: Talvez. 10: Sim.

Comentários: A maioria respondeu adequadamente. A Lua pode ser vista durante o dia nas fases Crescente e Minguante, respectivamente no entardecer e no amanhecer. Como os alunos já são mais velhos, há grandes possibilidades deles já terem visto a Lua durante o dia. Mas talvez eles não tenham pensado na razão disso: o movimento lunar em torno da Terra e suas fases. O motivo para a Lua aparecer durante o dia não foi abordado no pré-teste, mas será trabalhado nas atividades que se seguirão.

Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
7	Sim.	5: Sim. 4: Não sabiam.

		5: Não.
--	--	---------

Comentários: Existe dia e noite na Lua simplesmente pelo fato dela ter um movimento de rotação em torno de seu eixo, exatamente como a Terra, apesar de ser mais lento. As respostas “sim”, “não” e “não sei” tiveram quase a mesma proporção entre os alunos, o que indica que há dúvidas gerais quanto a isso. Justamente por não saberem que a Lua gira em torno dela mesma, eles então não imaginaram que a Lua poderia ter um dia e uma noite como na Terra. O fato da Lua mostrar a mesma face sempre, para alguns alunos, pode ter dificultado a visualização de uma Lua que tem rotação. Com a atividade da simulação das fases da Lua espera-se que eles compreendam essa questão.

Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
8	A Terra.	3: A Lua. 11: A Terra.

Comentários: A Terra tem um diâmetro cerca de 4 vezes maior que o da Lua e um volume cerca de 64 vezes maior. A pergunta poderia ter se referido a diâmetro ou a volume, mas de qualquer forma a Terra é maior nos dois critérios. A maior parte dos alunos escreveu a melhor resposta, pois a maioria realmente pode ter aprendido nos anos iniciais que a Terra é maior, já que normalmente é um conceito estudado quando crianças (ou no caso dos jovens e adultos, quando iniciaram os estudos). O fato da Lua aparecer no céu como um disco pequeno comparado com o vasto horizonte da Terra pode dar uma ideia de que a Terra é maior por causa disso, o que também pode ter afetado o resultado.

Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
9	O Sol.	11: A Terra. 2: O Sol. 1: Não sabia.

Comentários: O Sol, por ser uma estrela (mesmo uma estrela de tamanho médio), é bem maior do que a Terra e os planetas que o orbitam. A maior parte dos alunos afirmaram que a Terra é maior. Percebe-se aqui uma grande defasagem na compreensão do que é uma estrela, um planeta e da relação entre eles. O mesmo motivo que pode ter levado os alunos a crer que a Terra é maior que a Lua pode também ter levado a crer que o nosso planeta é também maior que o Sol, já que o Sol também aparece como um disco “pequeno” no céu. Como a Astronomia não é muito difundida na sociedade, esse conceito básico de estrela maior que os planetas não é comum, e os alunos então responderam seguindo o óbvio: estamos todos na Terra, logo, ela parecerá muito maior do que qualquer coisa que esteja no céu. Com a atividade da maquete, espera-se que os alunos compreendam essas relações de tamanho.

Questão 10

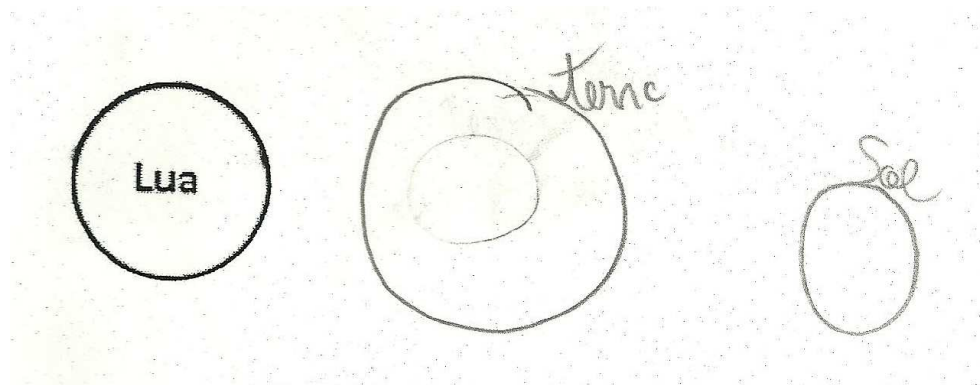
Assim como a questão 5, essa envolve representação através de desenhos. Ela é uma continuação das questões 8 e 9, onde o aluno pôde desenhar os tamanhos da Terra e do Sol, comparativamente à Lua.

Exatamente os três alunos que disseram que a Lua é maior do que a Terra desenharam esta menor, e os outros desenharam adequadamente a Terra maior, como haviam respondido na questão 9. Um ponto a se discutir aqui é o tamanho da Terra desenhado por essa maioria: ela ficou apenas um pouco maior em todos os desenhos. Os alunos não tem a noção de que a Terra é cerca de quatro vezes maior em diâmetro do que a Lua, por isso apenas desenharam um pouco maior. Eu esperava que desenhassem a Terra bem maior, de forma exagerada, já que os

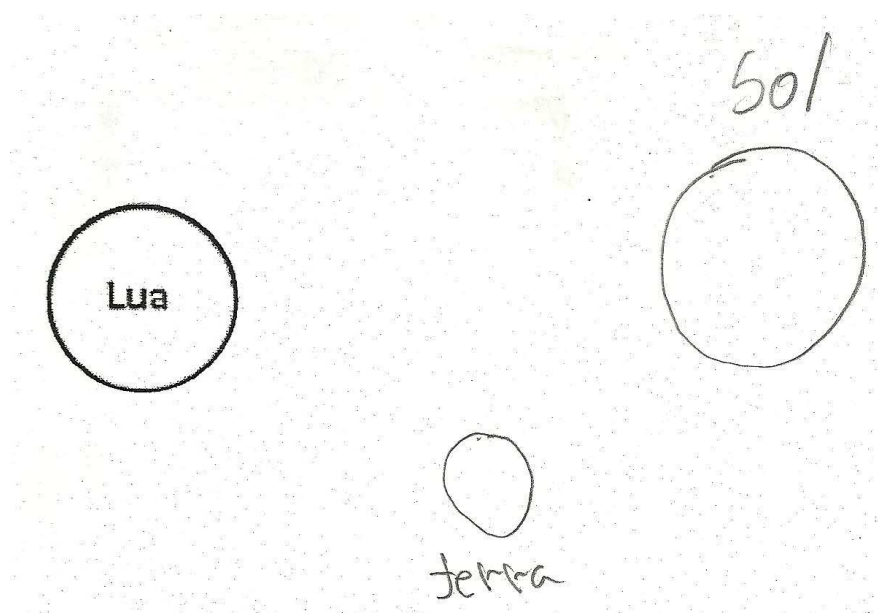
adultos usam a lógica, e por ela a Terra, onde moramos, seria bem maior que a Lua (um “pequeno” disco no céu).

Com relação ao Sol, ocorreu a mesma coisa: eles desenharam de acordo com que responderam na questão 9. Os que afirmaram que o Sol é maior do que a Terra desenharam ele maior que a Terra e a Lua (mas não muito maior, já que não têm noção de que o Sol é uma estrela muito maior que os planetas), e os que afirmaram ser a Terra maior do que o Sol desenharam este pequeno. Os comentários aqui são os mesmos da questão 9.

A seguir alguns desenhos feitos pelos alunos com o objetivo de ilustrar o que foi discutido.



Aluno 8, que afirmou que a Terra é maior que a Lua e não sabia se o Sol é maior ou menor que a Terra



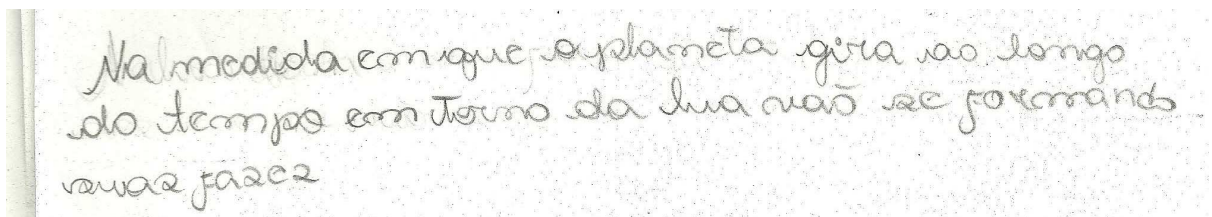
Aluno 9, que afirmou ser a Lua e o Sol maiores que a Terra

Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
11	Quarto Crescente.	6: Crescente 6: Minguante 2: Nova

Comentários: Como discutido nos comentários da questão 4, o termo “Quarto” não apareceu. E as fases Crescente e Minguante tiveram igual quantidade de respostas, justamente pelo fato dos alunos não distinguirem exatamente uma da outra. Mas pelo menos tiveram a consciência de que se tratava de uma fase “intermediária” entre a Cheia e a Nova.

Questão	Resposta esperada	Quantidade e tipo das respostas
12	As fases da Lua ocorrem devido à visualização de um observador na Terra das partes iluminada e escura da Lua devido ao Sol e ao movimento de translação da Lua em torno da Terra, que é de aproximadamente 28 dias.	A) 8: Não sabiam ou apenas descreveram as fases. B) 1: As fases ocorrem quando o dia vira noite na Lua ou vice-versa. C) 5: As fases ocorrem por que enquanto a Terra (ou Lua) gira em torno da Lua (ou da Terra), as fases aparecem.

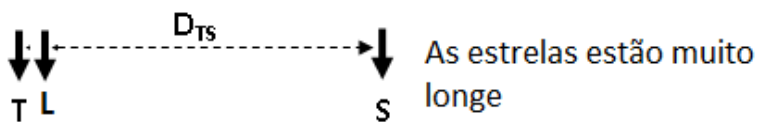
Comentários: Na categoria B o aluno associou as fases ao dia e noite lunares. O que de fato ocorre, já que na junção das partes claras e escuras está amanhecendo ou escurecendo na Lua, mas ela não explicou de fato. Na categoria A os alunos não sabiam explicar, já que realmente não têm os requisitos básicos para entender esse tópico (órbita lunar, partes iluminadas pelo Sol), ou entenderam errado e descreveram as fases. Mas, na categoria C, cinco alunos explicaram adequadamente, com exceção de um detalhe: dos cinco, quatro afirmaram que a Terra gira em torno da Lua, e não o contrário, como mostra a resposta a seguir da aluna 10.



Isso talvez ocorra devido ao fato dos alunos terem a consciência de que a Terra se move em torno do Sol e em torno de si mesma, já que é um assunto comumente tratado nas aulas das séries fundamentais. Mas o movimento da Lua já não é tão estudado, e nem sempre as pessoas tem a noção de que a Lua gira em torno da Terra, e que é esse o movimento responsável pelas fases lunares.

Questão 13

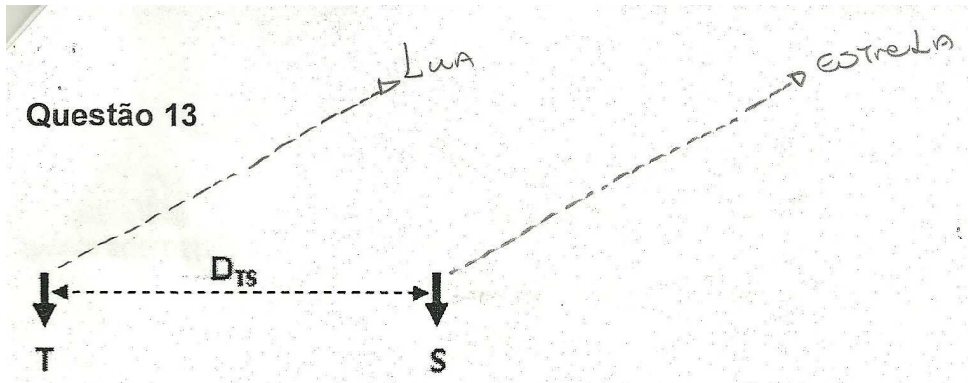
A resposta adequada da questão 13 seria algo como:



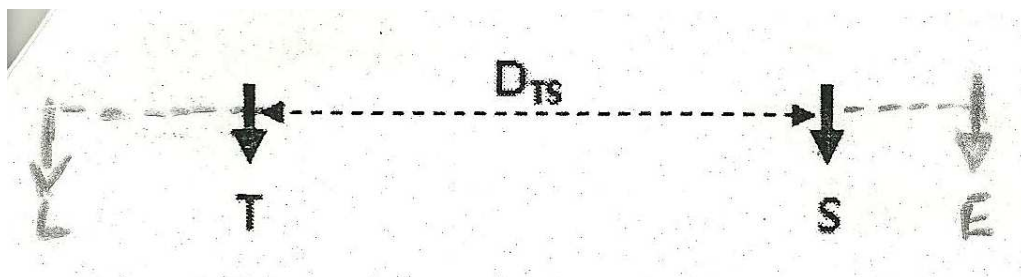
Se for considerar na escala da figura apresentada no pré-teste não daria para desenhar a posição da Lua, visto que ela está muito mais próxima da Terra do que do Sol, e as estrelas mais próximas também seriam impossíveis de representar nessa escala, já que estão extremamente longe.

As respostas foram bem diversas:

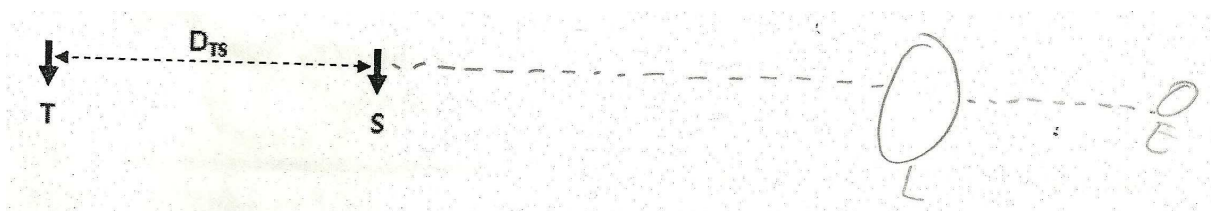
3 alunos: Lua na Terra e estrelas no Sol. Esses alunos imaginaram corretamente que a Lua está próxima de nós e associaram as estrelas ao Sol, estando onde ele está. A seguir a resposta do aluno 7.



1 aluno: Lua um pouco longe, afastada em relação ao Sol, e estrelas um pouco mais longe do que o Sol. A Lua continua perto da Terra, mas agora esse aluno já teve uma percepção maior de que as estrelas estão mais longe do que o Sol, mas não foi bem ao colocá-las perto do mesmo. A seguir a sua resposta (aluno 4).

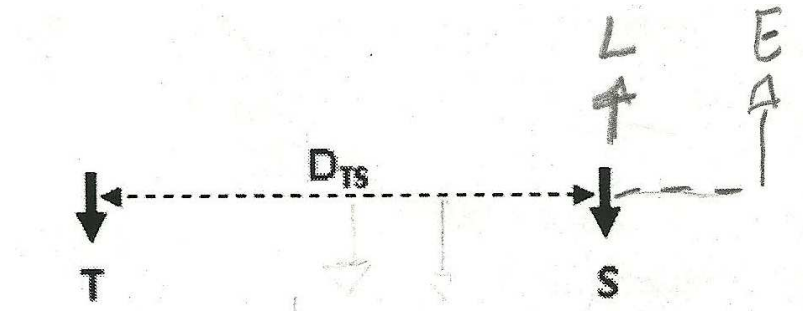


2 alunos desenharam a Lua e as estrelas mais longe do que o Sol. Elas podem ter imaginado que estão longe por saberem que no geral os astros estão distantes, mas não pensaram que o Sol também está muito distante. A seguir a resposta do aluno 8.

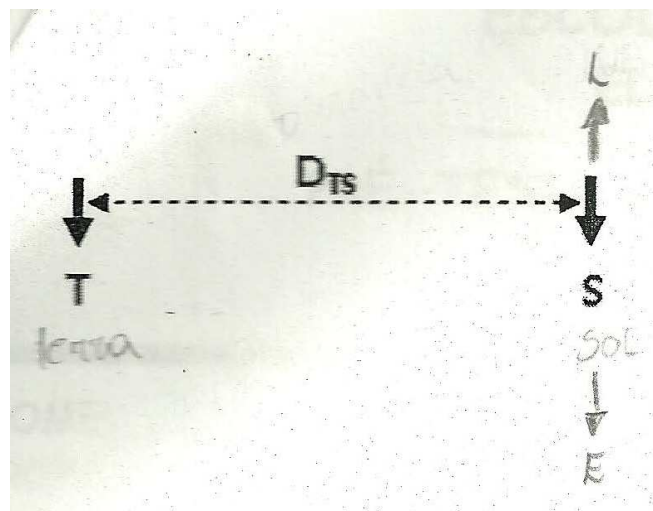


O aluno 2 desenhou a Lua onde está o Sol e as estrelas mais longe do que o mesmo. Ele pode ter pensado que a Lua está onde o Sol está já que ambos aparecem no céu basicamente com o mesmo tamanho, e nascem no leste e se

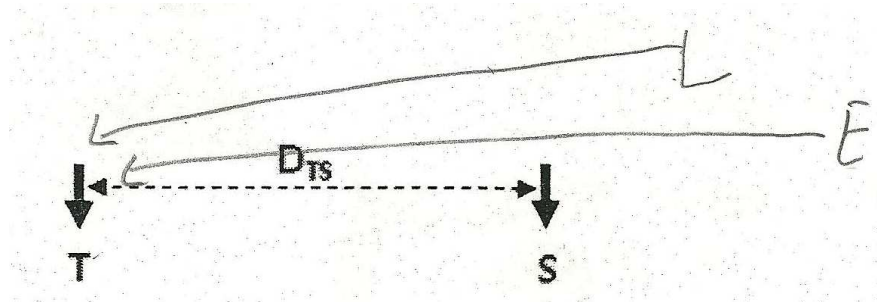
põem no oeste. Mas pensou adequadamente que as estrelas estão mais longe que o Sol. A seguir a sua resposta.



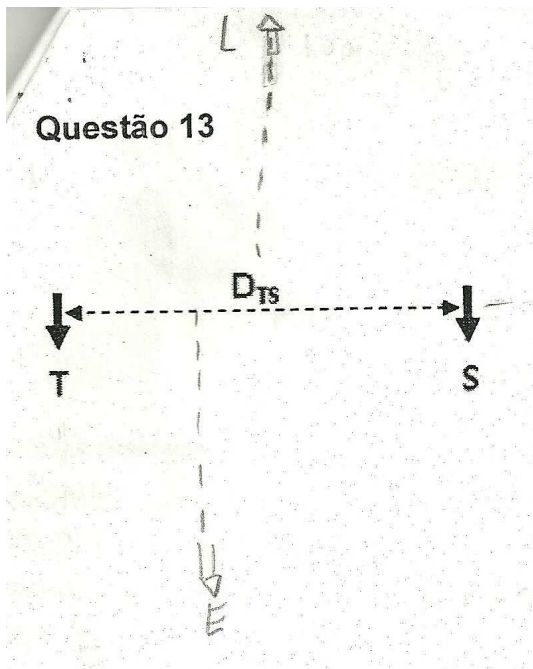
O aluno 10 desenhou a Lua e as estrelas exatamente onde se encontra o Sol. O motivo para isso pode ser que todos os astros aparecem na abóboda celeste, e podem ser imaginados como estando todos a uma mesma distância de nós, como já foi imaginado na Idade Antiga, com a ideia de esfera celeste (astros presos nessa esfera). A seguir a sua resposta.



O aluno 9 desenhou as estrelas e a Lua onde a Terra se encontra. Ele representou adequadamente que a Lua está bem próxima de nós, mas imaginou inadequadamente que as estrelas também estão próximas. Aqui faltou o conhecimento do que seja uma estrela. A seguir a sua resposta.



4 alunos representaram a Lua e as estrelas entre a Terra e o Sol, aproximadamente na metade da distância. O Sol comumente é pensado como algo bem distante, então eles adequadamente desenharam a Lua entre nós e o Sol, mas inadequadamente quando a desenharam a meio caminho do Sol. E, no caso das estrelas, faltou a noção de que elas estão bem mais longe. As ideias de que o Sol é uma estrela, que estas estão muito longe e são apenas um ponto no céu deveriam ter sido pensadas em conjunto para que houvesse mais acertos nessa questão. A seguir a resposta do aluno 1.



O aluno 3 escreveu que não sabia.

Comentários gerais

O objetivo do pré-teste foi o de captar as concepções espontâneas dos alunos quanto aos conceitos astronômicos. Isso é muito importante quando se

pretende ensinar ciências de forma investigativa. Nessa perspectiva o ensino tradicional e de apenas transmissão de conhecimentos sem considerar o conhecimento do aluno é bem inadequado. Segundo ZYLBERSZTAJN (1983), isso é um ponto importante sobretudo no ensino de Física. Segundo o autor, o professor deve estar atento às várias implicações a que a consideração dessas concepções pode levar. Por ser uma disciplina empírica e fortemente ligada à natureza, os alunos sempre têm algo já construído sobre o assunto, e por isso podem muito bem desconstruir ou reconstruir um conceito através de seu próprio esforço. No caso da Educação de Jovens e Adultos, a crença em um certo conceito pode ser mais difícil de mudar ou modificar, mas a experiência deles com a vida pode justamente tornar um aliado na discussão e reformulação de ideias, já que são mais maduros e geralmente mais abertos a uma mudança de opinião.

Pela análise das respostas do pré-teste, conclui-se que os alunos jovens e adultos não têm o conhecimento básico de Astronomia, já que seu aprendizado nessa área foi mínimo, e também por não terem sido incentivados a olhar para o céu e estudar os astros celestes. Assim, a tendência é que respondam de forma lógica e intuitiva, cedendo às ilusões e enganos da mente. Por estarmos na Terra e os astros estarem muito distantes, e por ser a luz a fonte de informação principal, nossos sentidos são comumente enganados e por isso muitas respostas estavam inadequadas. Espera-se com as atividades investigativas que seja atenuada essa defasagem de conceitos astronômicos.

Atividade 2: Simulação das fases da Lua

Esta atividade é analisada agora pois a data para a entrega da tabela da luação foi no dia 13/04, e os alunos tiveram outras aulas antes desse dia e após a realização do pré-teste, e por isso aproveitou-se para realizar a atividade da simulação das fases da Lua. Percebo agora o erro nessa decisão, já que, ao realizarem essa simulação das fases da Lua, a atividade de luação não foi adequadamente investigativa, já que muitos conceitos que seriam deduzidos pela observação foram vistos nessa simulação.

A atividade transcorreu exatamente como foi explicado na metodologia da pesquisa. Foram 4 grupos de 4 alunos, totalizando 16 alunos. Cada grupo teve a oportunidade de decidir sozinho como deveriam representar o movimento da Lua em torno da Terra, e assim poder visualizar as fases. Após a descoberta da forma apropriada, os outros três alunos fizeram o mesmo para terem a oportunidade de também visualizar. A seguir, uma descrição da participação dos grupos.

1º grupo (alunos 1, 5, 11 e 12): Foi o único que conseguiu descobrir imediatamente que deveriam girar o corpo no mesmo lugar com a bola que representa a Lua estendida com uma das mãos. Mas inicialmente estenderam a bola abaixo da altura da cabeça, causando sucessivos eclipses. Após um momento de discussão com o grupo, foi proposto que decidissem uma forma de evitar os eclipses. Eles tentaram alguns movimentos, mas por fim chegaram sozinhos à solução: girar o corpo com a bola estendida acima da cabeça. Fizeram o movimento e puderam visualizar as fases lunares através da parte clara e escura devido à luz do retroprojetor. Foi discutida com o grupo a questão de que enquanto a Lua dá uma volta em torno da Terra, esta dá cerca de 28 voltas em torno de si mesma, ou seja, o período de translação lunar em volta da Terra é de aproximadamente 28 dias, sendo 7 para cada fase. No movimento feito em sala, a “Terra” (os alunos) apenas girou uma vez em torno de si mesma.

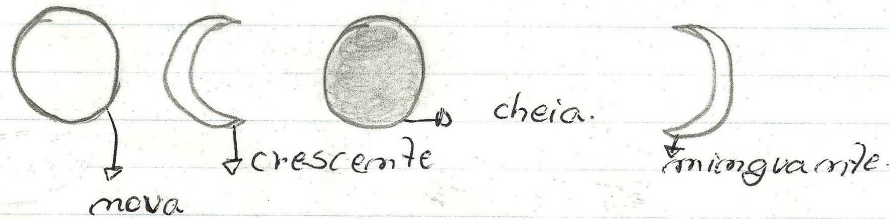
A seguir o pequeno relatório feito por esse grupo, ilustrando que conseguiram bons resultados e visualizações, além de terem representado bem as fases. Um detalhe importante é que mais uma vez representaram a Lua Nova clara e a Cheia, escura.

É importante salientar mais uma vez que o caráter investigativo é o ponto mais importante de todas as atividades feitas nessa pesquisa. Em nenhum momento eu expliquei todos os conceitos científicos sem antes ouvir as hipóteses dos alunos e discutir com eles suas ideias. Como um guia, apenas os levei a chegar nas ideias mais corretas através de questionamentos e diálogos.

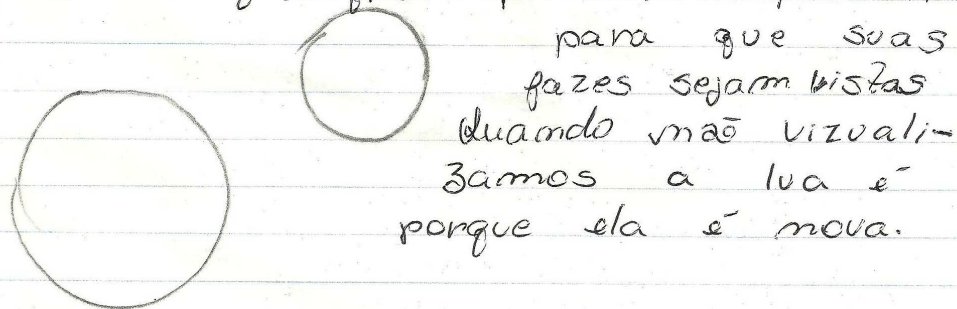
Luciana, Rosemily, Duidia,
Olívia.

Já pensamos que seria que girar.
A lua gira em torno da Terra e de se
mesmo.

Olhando da Terra a lua tem fases.



Quando a lua está na frente da
Terra será tapada ocorrendo um eclipse.
a lua terá que ficar por cima da Terra



Por exemplo, o aluno 11 perguntou, logo no início, se era a Terra que girava em torno da Lua ou o contrário. Eu sugeri que eles imaginassem estando em cada astro e observassem o outro, com a pergunta: "Se a Lua gira em torno da Terra, a Terra também gira em torno da Lua?" e os incentivei a fazer a simulação com cada caso. Eles então perceberam que o resultado é o mesmo. Ou seja, o movimento é relativo, e cada astro está em movimento de órbita com relação ao outro. É claro que depois das simulações, expliquei para eles que, por ser a Terra o objeto com a maior massa, a translação da Lua é bem mais acentuada, e por isso costuma-se girar a Lua e não a Terra.

2º, 3º e 4º grupos: A participação dos três outros grupos já não foi tão eficiente como o primeiro. Eles tiveram bastante dificuldades de encontrar o movimento adequado da bola acima da cabeça deles. A discussão sobre o que estavam fazendo e os

meus incentivos foram longos, mas por fim também encontraram a forma apropriada. Todos eles conseguiram ver a simulação das fases na bola de isopor.

Atividade 3: Maquete do Sistema Terra-Lua

Essa foi uma atividade muito rica e com bastantes discussões. Tudo correu exatamente como descrito na metodologia desta pesquisa. Os grupos que fizeram a maquete foram os mesmos grupos que fizeram a simulação das fases da Lua. Eles trouxeram todos os materiais como solicitado na aula anterior.

A primeira parte foi a construção do disco de 6,4cm que representaria a Terra. Eles não tiveram dificuldades nessa parte, apesar de alguns alunos não conseguirem usar o compasso, pois realmente nunca haviam usado um. Mas os colegas ajudaram. Então fiz a seguinte pergunta: “Se 6,4cm desse disco representam os 12760km de diâmetro da Terra, qual é a escala usada? Utilizem para achar o tamanho do disco que representa a Lua (3476km), e construam um.” Aqui a dificuldade maior foi a matemática. Por sorte, havia pedido para a professora de matemática reforçar o tema de regra de três com eles. Mesmo assim o valor de 1: 200 000 000 não foi encontrado facilmente, e eu tive que ajuda-los para que não atrasássemos a atividade. Com o valor da escala encontrado, a dificuldade foi fazer um disco de 1,7 cm, já que ele é bem pequeno.

Feito essa parte, eles já tiveram mais facilidade para encontrar o tamanho do barbante que representaria os 38×10^4 km da distância Terra-Lua, mas alguns grupos também tiveram que ter uma ajuda maior dos outros colegas, principalmente os que têm mais facilidade com a matemática. Cortaram então um barbante de 1,9m de comprimento e fixaram o centro dos discos nas extremidades.

Nesse momento fiz a pergunta: “Qual seria o tamanho do disco que representaria o tamanho do Sol?”. Houve uma diversidade de respostas. O aluno 6 disse que seria do tamanho da cidade. O aluno 1 discordou, dizendo que não poderia ser maior do que a cartolina intacta. O aluno 8 já disse que seria do tamanho de uma bola de futebol. Então passei pra eles o valor do diâmetro real do Sol (1,4 milhões de quilômetros) e eles encontraram os 7 metros do disco “solar”. A

surpresa foi geral, principalmente quando disse que 7 metros seria um prédio de quase dois andares. A surpresa foi maior ainda quando informei (devido ao tempo que já estava avançado) que a distância de 150 milhões de quilômetros entre a Terra e o Sol seria representada, nessa escala, por um barbante de 750 metros. Com a informação de um local conhecido a esta distância da escola, eles tiveram a noção da enorme distância entre a Terra e o Sol comparado ao tamanho, por exemplo, da Lua.

O próximo passo foi utilizar a maquete para simular os eclipses solar e lunar. Eu esperava que houvesse uma certa dificuldade dos alunos nessa parte, mas o que ocorreu foi que mais da metade não sabia exatamente o que era um eclipse solar. E quase todos não sabiam sobre o eclipse lunar. Após explicar para eles que era quando um astro (Terra ou Lua) tampava o outro, eles tiveram mais facilidade e conseguiram simular os eclipses. Mas a questão se isso seria algo frequente não veio por parte deles. E então eu os incentivei a pensar: “Se o período da órbita da Lua é de 28 dias, então não deveria haver dois eclipses nesse período?”. O aluno 9 foi o primeiro a perceber: “A Lua então deve passar por cima da Terra, não professor?”. Ao me mostrar, ele acabou exagerando e colocou a órbita da Lua inclinada de um ângulo muito grande, cerca de 45° . Então lhes mostrei a figura 5 que mostra o ângulo de 5° de inclinação do plano de órbita lunar em relação ao plano de órbita da Terra em torno do Sol.

Faltando apenas 5 minutos para acabar a aula, os alunos conseguiram finalizar o triângulo isósceles com ângulo de 5° para facilitar a colocação da Lua a 5° de inclinação, e puderam visualizar com o retroprojetor que os eclipses não acontecem todos os dias. No geral, a atividade e as discussões foram muito enriquecedoras.

Atividade 1: Acompanhamento da Lua (lunação)

A atividade foi passada aos alunos e explicada como descrito na metodologia desta pesquisa. Eles acharam bastante interessante a proposta mas tiveram certos receios, como o medo de não conseguir chegar a uma conclusão apenas observando a forma e posição da Lua diariamente. Eu lhes disse que deveriam usar a lógica e a capacidade humana para encontrar regularidades, e lembrei-lhes que a

natureza pode ser compreendida por modelos e simplificações que nos permitem entender certos fenômenos.

Durante a lunação, poucos alunos me perguntaram algo ou tiraram suas dúvidas. Imaginei que isso deveria ser porque estavam esperando chegar ao final para responder às questões ou tirar suas conclusões. A maior dúvida deles foi, majoritariamente, a de como desenhar a altura da Lua em relação aos pontos cardeais. Logo no 5º dia de lunação (3º dia em que a Lua realmente apareceu no céu) nenhum aluno sabia como colocar a Lua em certa altura em relação ao Leste ou Oeste, pois afirmaram não ter noção desta altura. Então em sala passei a figura 2 (presente na metodologia desta pesquisa) para eles e reexpliquei como determinar a altura da Lua em relação ao Leste ou Oeste. Assim eles conseguiram terminar os registros e tiveram uma ideia de como a Lua estava nos últimos três dias. Preferi passar esse dado logo no início, pois assim não corria o risco dos alunos se esquecerem de onde a Lua estava.

A grande parte dos alunos fez o registro da maioria dos dias. Os dias não registrados caíram em grande parte nos finais de semana, quando os alunos estavam em casa ou em outros locais onde ou não conseguiram determinar o Leste ou não o tentaram. Os dias mais chuvosos foram os dias 22/03 a 25/03 (até o terceiro dia de lunação – fase Nova) e o dia 28/03. Os alunos explicaram que estava nublado e que não foi possível observar nada.

Análise das respostas

Desenho das formas da Lua: Praticamente todos os alunos conseguiram perceber a forma em “C” da Lua Crescente e a desenharam dessa forma enquanto estava “crescendo”. Mas cerca de um terço deles desenhou a Lua escura (hachurada) quando esta se aproximou da fase Cheia, como na questão 5 do pré-teste. O motivo para isso pode ser o mesmo discutido na análise desta questão. No Anexo VI estão duas atividades feitas, pelos alunos 1 e 6, como ilustração para as análises. As atividades variaram pouco de aluno para aluno, e por isso estes dois alunos foram escolhidos para representar, de forma geral, as atividades feitas por todos.

Hora da observação: No geral os alunos fizeram as observações entre 18 e 19h, já que as aulas começam às 19hs. Eu cheguei algumas vezes a ver alguns alunos registrando a forma da Lua quando eu estava chegando para trabalhar.

Altura da Lua em relação ao horizonte e aos pontos cardeais: No geral eles conseguiram perceber que nos primeiros dias a Lua estava mais próxima do Oeste, e, aos poucos, foi se dirigindo ao Leste até a Lua Cheia aparecer próxima ao horizonte. Alguns dias não foram marcados pelos alunos, como, por exemplo, o aluno 1 que não registrou a altura da Lua do 11º ao 13º dia de lunação. Ele afirmou ter feito assim pois não conseguiu achar uma posição adequada para registrar. E, de fato, a maioria dos alunos teve certa dificuldade de encontrar essa altura em alguns dias, sobretudo naqueles em que ela estava mais alta no céu.

Questão C: Como o 3º dia da lunação estava nublado, eu pedi para os alunos responderem essa questão considerando o 5º dia. A maior parte dos alunos (doze) escreveu adequadamente que a Lua começava a ser vista próximo ao oeste, e alguns chegaram a afirmar que logo depois ela havia “sumido”. E os outros alunos disseram que ela estava “fina” demais.

Questão D: Todos os alunos afirmaram que a Lua aumentava de tamanho com o passar dos dias. Apenas o aluno 6 afirmou também que a Lua ficava parecida com a letra C e depois com o formato de uma unha.

Questão E: Todos afirmaram adequadamente que ela se deslocava para o Leste.

Questão F: Apenas dois alunos (3 e 12) fizeram essa parte, já que a maioria estava em sala e, segundo eles, os professores não permitiram que eles fizessem esse registro, já que para isso deveriam sair do prédio principal da escola. Eu não estava na escola nesse dia. Os alunos que o fizeram registraram três horas depois da aula, ou seja, aproximadamente às 23h, meia-noite e 1h. E afirmaram adequadamente que a Lua se deslocava do leste para o oeste.

Questão G: A maioria afirmou que era o ponto mais alto. Responderam isso considerando o ponto mais alto em comparação com os outros dias, mas não era exatamente no zênite que a Lua em Quarto Crescente estava. Então aqui houve uma dificuldade de interpretação do que estava pedindo a questão.

Questão H: Todos escreveram adequadamente que se parecia com a letra C.

Questão I: O horário correto foi às 18h45. Mas a maioria dos alunos não fez essa questão pois esse dia foi Sexta-feira Santa e infelizmente os alunos se esqueceram de fazer. Os que fizeram (alunos 3, 12 e 6) registraram às 19hs.

Questão J: Infelizmente essa questão não foi feita por nenhum dos alunos, provavelmente porque os professores não permitiram a saída dos mesmos.

Comentário geral: Após a entrega da atividade perguntei aos alunos o que acharam da mesma. Eles disseram que a atividade foi um pouco difícil de entender e de acompanhar, mas que puderam aprender bastante. A maioria afirmou que, antes da atividade, não sabiam que:

- A Lua Nova não era possível de ser vista;
- A Lua mudava de posição de forma regular com o passar dos dias;
- A Lua em Quarto Crescente tinha a forma de C;

Eles puderam então aprender um pouco da dinâmica de movimento lunar e o maior aprendizado foi quando relacionaram a luação com a simulação feita em sala da órbita da Lua em torno da Terra. Então eu fiz mais uma vez essa simulação explicando cada questão novamente e tirando as dúvidas deles. Foi realmente muito proveitoso.

Atividade 4: Discussão dos conceitos gerais com os alunos

Essa atividade foi importante pois todos os conceitos foram recapitulados de forma investigativa através de demonstrações e discussões. As questões do pré-teste que não foram abordadas de forma explícita após a sua aplicação foram discutidas. E outras questões não analisadas aqui já tinham sido bem tratadas durante as atividades. Eu coloquei no quadro as perguntas e comecei a discussão com os alunos dos conceitos. Também levei algumas demonstrações experimentais que serão discutidas posteriormente. A aula foi gravada em áudio e vídeo para posterior análise. Ressalta-se aqui que os alunos desta turma de EJA no geral são

mais tímidos, e mesmo que essa aula tenha sido baseada no discurso dialógico, nem sempre a participação deles foi efetiva, ou por timidez mesmo, ou por terem encontrado dificuldades para se expressar com conceitos não familiares.

Outro ponto importante a se pensar é a necessidade do professor estar preparado para uma aula com grande nível de diálogo e investigação. Não é por que o discurso será centrado na fala do aluno que o professor não tenha que ter uma “carta na manga” em termos de argumentos e preparação dos mesmos. O professor deve prever a dificuldade de um certo conceito e já elaborar formas de facilitá-lo para os alunos. Se algo lógico, como o fato da Lua não aparecer durante o dia, for citado pelos alunos, o professor já pode levar para a sala de aula uma estratégia para tratar desse ponto, como levar uma demonstração que simule a órbita lunar. Isso é algo importante já que tudo não pode ser apenas improvisação, pois às vezes não é tão simples mudar o pensamento lógico do estudante apenas com as ideias que vão surgindo no decorrer da aula.

Primeiramente a questão sobre a constituição da Lua foi retomada. Eu fiz um levantamento das respostas deles e expus o que eles afirmaram. E perguntei se era isso mesmo ou se mudariam de ideia. Eles novamente citaram as crateras. Então os induzi a pensar no que eles vêem quando olham para a Lua. O aluno 1 disse crateras e manchas. Comecei uma discussão sobre o motivo das crateras. Eles relacionaram adequadamente à queda de objetos. É nesse ponto que fiz a seguinte pergunta: “Então se caem rochas na Lua e fazem crateras, a Lua pode ser feita de um material poroso ou leve demais?”. Eles concordaram que isso era impossível e, quando afirmei que não há atmosfera na Lua, chegamos ao consenso que os asteróides não sofrem resistência do ar. E se formam crateras só pode ser por que os asteróides encontram uma rocha dura, e não um material poroso, caso contrário esses asteróides atravessariam a Lua. Logo, ela tem rochas como na Terra.

O detalhe importante aqui é que a discussão e levantamento de hipóteses foram cruciais, numa abordagem investigativa onde eu fiz o possível para não refutar ou desconsiderar o pensamento dos alunos, mas sim, os induzi a pensar e melhorar suas ideias.

A questão seguinte foi: “A Lua sempre mostra a mesma face para a Terra?”. No pré-teste a maioria afirmou que não. Essa não é uma questão simples de responder já que não é tão fácil, a olho nu, perceber que os acidentes selenológicos na Lua permanecem voltados para a Terra mesmo em fases diferentes. Aqui alguns

mudaram de ideia devido à atividade de simulação das fases, mas mesmo assim grande parte ainda acreditava que a Lua mostrava outras partes. Assim, eu pedi que o aluno 5 fosse à frente da sala e fizesse novamente a simulação da órbita lunar. Ela fez corretamente e no seu movimento ela segurou a bola de isopor de forma a mostrar sempre o mesmo hemisfério para si mesma. Ao terminar, perguntei pra eles se puderam chegar a alguma conclusão. Eles continuaram a afirmar que a Lua mostra outras partes. Então para esclarecer tive que colocar um pequeno alfinete verde no hemisfério voltado para a aluna. Assim eles perceberam que o alfinete esteve sempre apontado para o rosto dela, apesar de que eles não tiveram a mesma percepção, já que a bola girou em torno de si mesma, de forma que o alfinete sumiu e apareceu. Mas perceberam que no ponto de vista da aluna (representando a Terra) o alfinete não mudou, mostrando que a Lua sempre mostra a mesma face. Para que essa questão ficasse mais evidente aos alunos, eles poderiam ter feito um registro observacional da face da Lua através dos acidentes geográficos nela encontrados, quando fizeram a atividade acerca da luação. Eles poderiam ter tirado fotografias ou desenhado esses acidentes para verificar que, independentemente da fase, os acidentes geográficos são os mesmos. É algo a se pensar numa próxima oportunidade.

A próxima questão foi: “Quais são as principais fases da Lua?” Eles citaram as quatro, sem o termo “quarto”. Então perguntei o motivo desse termo. O aluno 2 disse adequadamente que era devido ao fato de $1/4$ da Lua estar iluminada. Mas o aluno 9 discordou e disse que o motivo é que são quatro fases. Então eu questionei por que as outras fases (Nova e Cheia) não têm esse termo no nome. Assim, ele acabou concordando com o aluno 2.

Na discussão sobre o desenho das fases, eu pedi ao aluno 9 para se dirigir ao quadro fazer os desenhos. Ele desenhou exatamente como já foi discutido nessa pesquisa: a fase Cheia escura e a fase Nova clara. Ele também desenhou a fase crescente com a parte iluminada bem fina, e a fase minguante do jeito certo, com um quarto iluminada. Ao discutir com a turma, perguntei o que ele pôde ter errado. Eles afirmaram que estava certo. Perguntei: “Observem as fases Crescente e Minguante”. Assim eles perceberam que se a fase Minguante estava em “D”, a Crescente deveria estar em “C”. O aluno 5 então concluiu que por isso as fases têm o termo “quarto”. O aluno 9 desenhou a fase Cheia como um círculo, mas a fase Nova dela teve uma “fatia” bem fina que não foi desenhada, e o círculo então não

ficou completo. Perguntei aos alunos: “Se a fase Cheia é completa, a Nova também não deveria ser?”. O próprio aluno 9 respondeu: “Mas eu enxerguei a Lua na fase Nova, e deu pra ver uma pequena parte dela iluminada”. Expliquei então assim: “Então você já estava vendo a Lua ‘crescer’, e não era fase Nova, pois essa fase então estava alguns dias atrás”. Eles então perceberam o porquê da fase Nova também ser completa, apesar de não ser possível ver a Lua. Ao perguntar-lhes por que desenharam a Lua Cheia escura e a Lua Nova clara, eles disseram que é por que o “escuro” na verdade é o claro, no sentido de estar “toda preenchida”, ou seja, era apenas uma questão de convenção.

Logo em seguida foi abordada a questão sobre o tamanho e as distâncias dos planetas do Sistema Solar em relação ao Sol. Foi apresentado aos alunos um disco de papel de aproximadamente 1,4m de diâmetro. Fiz a seguinte pergunta: “Se esse disco representa o Sol, qual seria o tamanho da Terra?”. As respostas foram diversas, e variaram desde um tamanho muito pequeno (a espessura de um dedo) até um tamanho médio (cerca da metade do disco). Nenhum aluno disse que seria maior do que o disco, eles sabem que a Terra é menor do que o Sol. É claro que a espessura de um dedo seria mais próxima nessa escala, e quando virei o cartaz os alunos puderam ver o tamanho de todos os planetas, através de discos coloridos colados no próprio “Sol”. A Terra tem aproximadamente 1 cm de diâmetro nessa escala e a Lua é praticamente um ponto. Os alunos ficaram espantados primeiramente com o tamanho minúsculo da Terra e Lua (e dos outros planetas interiores) em comparação ao Sol e depois com o enorme tamanho de Júpiter e dos outros planetas gasosos em comparação aos interiores. Depois fiz outra pergunta: “Qual seria a distância deste Sol até o planeta mais próximo, nessa escala?”. Os alunos não tinham muita ideia de distâncias astronômicas, mas responderam locais relativamente próximos, como “na rua”, ou “na outra sala”, etc. Ao saberem que, nessa escala, Mercúrio estaria a 58 metros de distância (um pouco depois da rua, de fato), o espanto mostrou que realmente as pessoas não têm ideia de como o Sistema Solar e o Universo no geral são enormes, principalmente quando descobriram que a Terra estaria a 150m, e a estrela mais próxima a 42.000 km!

A seguir apresento uma fotografia do disco utilizado, com uma caneta para se ter uma referência de tamanho. O disco foi confeccionado pelo orientador desta pesquisa.

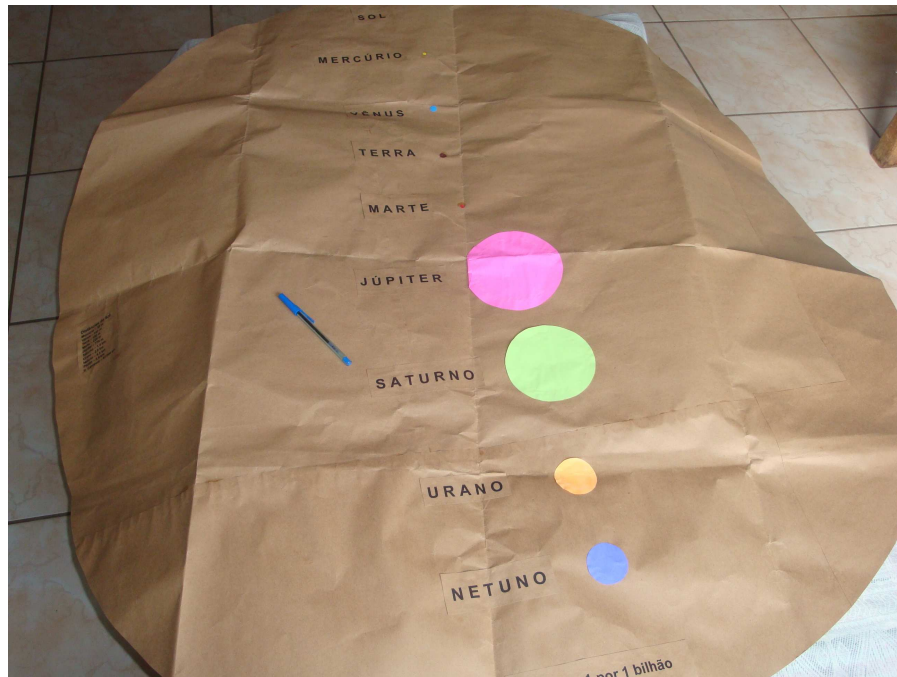


Figura 6: Disco com os tamanhos relativos do Sol e dos planetas

Em seguida procurei fazer uma demonstração que simule o fato da força da gravidade sempre ser direcionada para o centro da Terra. Pois uma concepção comum é a de que um objeto deveria “cair” se estiver na parte inferior do planeta, principalmente quando se leva para os alunos uma bola simulando a Terra, já que todos estamos sob o efeito da gravidade na sala, e qualquer objeto deveria “cair para baixo”. Essa questão não estava presente no pré-teste mas achei interessante abordar nesse momento da pesquisa. Assim, perguntei aos alunos, segurando a bola de isopor mostrada na figura 7: “Se houver uma pedra no espaço próxima a Terra, representada por essa bola de isopor, para onde iria a pedra?”. Muitos alunos afirmaram adequadamente que iria para o centro do planeta, mas alguns alunos ainda tinham dúvidas, talvez com a ideia de que a pedra deveria cair “para baixo” no chão da sala. É muito difícil ter a noção de que o espaço é isotrópico e de que o “cair” nem sempre é para baixo. Na verdade no espaço não existe o “para cima” ou o “para baixo”. Mostrei essa ideia para os alunos com um pequeno clipe preso a uma corda fina e sendo atraído por um ímã escondido dentro da bola, mesmo que a uma pequena distância da sua superfície.



Figura 7: Bola de isopor utilizada para representar a Terra

A próxima situação problema foi: “É a Terra que gira em torno da Lua ou a Lua que gira em torno da Terra?”. Os alunos afirmaram na grande maioria que a Lua gira em torno da Terra. Essa concepção foi alterada em quase todos eles depois de terem feito a simulação das fases da Lua. Mas naquela situação já havia lhes dito que a simulação era do ponto de vista de quem estava na Terra. Alguns alunos disseram que a resposta depende de quem vê, e isso se deve ao fato de que eles estudaram a relatividade do movimento no início do ano. E eles têm razão: ambos os astros giram em torno do outro, mas estritamente falando, eles giram em torno do centro de massa do conjunto Terra-Lua. Para a demonstração desse fato utilizei um arranjo de madeira feito pelo orientador desta pesquisa, como mostra a figura 8. Nele duas massas diferentes (a maior representando a Terra e a menor representando a Lua) estão nas extremidades de uma haste. O centro de massa fica, portanto, mais perto do objeto mais pesado. Suspendendo-se o arranjo por um arame posicionado sobre o centro de massa, ele não se desequilibra e as massas passam a girar em torno desse ponto, que não está exatamente no centro da “Terra”.



Figura 8: Arranjo de madeira para a demonstração de que Terra e Lua giram em torno do centro de massa

A última questão abordada nesta aula foi a seguinte: “Se a Terra atrai a Lua, por que então ela não cai no nosso planeta?”. Essa questão é clássica e geralmente os professores não têm tanta facilidade de explicar sem uma demonstração. Os alunos responderam que a Lua não cai na Terra pois há uma força contrária para não deixar isso acontecer. Com a demonstração do carrinho que gira preso lateralmente a um barbante (figura 9) fica mais fácil perceber o real motivo. Nos instantes finais da aula mostrei o carrinho girando e eles perceberam que, mesmo sendo puxado pela corda (que estava tensionada), ele apenas girava, mas não se deslocava na direção do centro. Logo, a força da gravidade apenas mantém a Lua em órbita, mas não a puxa diretamente para nós. Perguntei aos alunos o que aconteceria então se o carrinho fosse solto do barbante. Conseguiram então dizer que ele escaparia em linha reta, exatamente o que ocorreria com a Lua.



Figura 9: carrinho preso lateralmente a um barbante para simular a órbita lunar

Pós-teste

O pós-teste foi realizado exatamente da forma como prevista nas explicações da metodologia. Mas foi feito por 13 alunos, e não por 14, já que um aluno estava faltoso. Será feita uma breve análise de cada questão e em seguida uma comparação com o resultado do pré-teste.

Questão 1: Um aluno não soube. Cinco alunos colocaram a Lua nas quatro posições simétricas (duas na linha Sol-Terra e duas perpendicular à primeira) de forma correta, mas erraram ao rotacionar a configuração certa. Estes colocaram

cada fase da Lua um quarto de volta à frente ou atrás, e por isso erraram, já que cada fase não ficou na posição correta. Cinco alunos fizeram adequadamente, exceto pelo fato de terem trocado a fase Cheia pela Nova. E dois alunos localizaram corretamente as fases.

Em relação ao pré-teste o avanço foi significativo, já que antes eles não tinham a percepção das posições de cada fase. Agora eles sabem, além dos nomes das quatro fases, que elas assumem locais diferentes para que da Terra seja vista uma parte diferente do “dia” da Lua. Os erros se devem às confusões que as pessoas fazem com os nomes, mas uma grande parte distinguiu a dupla Cheia-Nova da dupla Crescente-Minguante. Aqui novamente os alunos preencheram a fase Cheia e deixaram a fase Nova em branco, mesmo após o meu comentário sobre isso em sala.

Questão 2: Quatro alunos não souberam explicar. Dois alunos associaram isso ao fato da “Lua estar sempre de frente ao Sol”. Dois alunos citaram o fato de que a Lua gira em torno dela mesma e cinco alunos citaram o fato dela girar em torno da Terra.

O que faltou aos alunos aqui foi associar o fato da Lua ter uma rotação em torno de si mesma com o fato de ter uma translação em torno da Terra (os períodos são iguais). Apesar de terem feito essa simulação em sala e eu ter me certificado de que tinham entendido essa parte, eles não conseguiram explicar de forma escrita. Os alunos da EJA têm muitas dificuldades de passar uma ideia para o papel, e por isso acredito que eles têm a noção da rotação da Lua em torno de si mesma (o que não acontecia antes), mas não conseguiram ligar os dois movimentos e nem escrever esse argumento.

Questão 3: Quatro alunos não conseguiram explicar. Mas os outros nove alunos explicaram, cada um do seu jeito, adequadamente e associaram as fases ao movimento da Lua em torno da Terra e às diferentes partes iluminadas pelo Sol. Fiquei muito satisfeito com as respostas, pois senti que todos esses nove alunos modificaram suas concepções e usaram, para a resposta, as lembranças do que foi discutido e mostrado. No pré-teste eles tinham poucas ideias de como explicar, e por isso o avanço foi enorme. Abaixo as respostas de alguns alunos que responderam adequadamente, ou de forma aproximada nesse grupo de nove.

Aluno 1

“Por que a Lua gira e a cada volta ela mostra uma fase, que podemos observar daqui da Terra.”

Aluno 2

“Por que de acordo com o movimento da Lua em volta da Terra, o Sol reflete a luz na Lua e vai acontecendo as fases.”

Aluno 14

“Por que ela faz uma rotação em volta da Terra e durante esta rotação ela perde parte de sua luz fazendo com se vejam as fases.”

Questão 4: Apenas uma aluna respondeu que são 4 dias. Os outros doze alunos responderam adequadamente 7 dias. Isso se deve tanto à simulação das fases, em que eu tinha perguntado quanto tempo durava a volta completa da Lua (eles responderam adequadamente) quanto à atividade da lunação. Mas é um conceito que eles, em grande parte, já tinham devido ao calendário que mostra as fases e o dia em que ocorrem.

Questão 5: Todos acertaram, respondendo que sim. No pré-teste alguns tinham respondido inadequadamente, mas agora o acerto foi geral. Isso se deve ao fato de terem feito a atividade sobre a lunação e por isso muitos alunos passaram a observar o céu com mais frequência. E, com a atividade da simulação das fases, eles mesmos perceberam que, nas fases Crescente e Minguante, tanto a parte noturna quanto a parte diurna na Terra poderiam ver a Lua.

Questão 6: A resposta adequada é Quarto Minguante, mas os alunos poderiam responder satisfatoriamente apenas Minguante. Mas o resultado foi o seguinte:

- Quarto Minguante: 3 alunos.
- Minguante: 2 alunos
- Quarto Crescente: 5 alunos
- Crescente: 2 alunos

- Nova: 1 aluno

A maior parte acreditou ser fase Crescente ou Quarto Crescente. Os alunos tiveram mais chance de entender essa diferenciação (Crescente e Minguante) na atividade da luação, onde a fase Crescente apareceu em muitos dias. Assim poderiam distinguir a fase Minguante da Crescente apenas percebendo que na figura desta questão do pós-teste ela está com a parte iluminada oposta à parte correspondente à Lua Crescente, e, logo, é a fase Minguante. No pré-teste os alunos tiveram a mesma confusão, ao trocar essas duas fases, e isso ocorreu novamente agora. Mesmo com as atividades essa questão não foi satisfatoriamente abordada e os alunos parecem ter uma dificuldade maior do que eu imaginava na distinção de qual lado iluminado da Lua está associado a qual fase.

Questão 7: Apenas um aluno desenhou a Lua maior do que a Terra. Cinco alunos desenharam a Terra não muito maior do que a Lua, e os outros sete colocaram a Lua bem menor, aproximadamente na escala correta. A mudança de concepção aqui foi muito evidente. No pré-teste muitos alunos consideraram que a Terra é menor que a Lua e outros não tinham noção da escala de tamanho. Com a atividade feita com o cartaz (figura 6) e com a atividade da maquete, eles então facilmente perceberam a diferença de tamanho dos dois astros. Exatamente devido a essas atividades imaginei que a porcentagem de acerto seria maior, mas alguns alunos que possuem a correta noção não têm facilidade de representar essa escala desenhando. Então no geral o resultado dessa questão foi muito bom.

Questão 8: Apesar de terem feito a atividade da maquete e visto o cartaz com as distâncias em escala, o resultado aqui não foi bom. Praticamente não houve avanço com relação ao pré-teste, com exceção de que aqui os alunos, na grande maioria, colocaram a Lua relativamente próxima à Terra, mas a posição da estrela mais próxima apareceu em vários locais diferentes. Acredito que o motivo para isso é que a questão da escala de distâncias não foi abordada com prioridade adequada e as discussões acabaram priorizando outros assuntos também interessantes e os alunos então não tiveram como absorver melhor esse conceito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral as atividades foram muito satisfatórias e os alunos relataram muitos pontos positivos, tais como a diversificação da metodologia, a visualização e concretização de conceitos e o fato de terem participado ativamente. Em termos cognitivos ficou bem claro o avanço que os alunos tiveram com relação ao que sabiam e ao que passaram a saber. Os resultados do pré-teste e pós-teste mostram bem esse avanço. O único ponto negativo relatado pelos alunos foi o fato das atividades não terem sido feitas em mais tempo, e de fato em muitos momentos a discussão foi muito rica e o tempo muito curto.

As atividades foram feitas com o maior nível de investigação possível. De acordo com SÁ, E.F. de; PAULA, H.F.; LIMA, M.E.C.C.; AGUIAR, O.G. de (2007), qualquer atividade pode ser adaptada e tornar-se investigativa na medida em que ela permite uma discussão dos conceitos dos alunos e concede-lhes a possibilidade de criar hipóteses e avaliar suas ideias em conjunto. E foi isso que ocorreu: com uma ótima receptividade dos alunos para a proposta, todos os momentos (simulação das fases, lunação, pré e pós-teste, maquete, etc.) tiveram a sua participação ativa e eu me tornei mais um guia do que apenas um transmissor de conhecimento. Segundo os mesmos autores as vantagens de uma atividade investigativa são vastas, como permitir que o aluno desenvolva sua capacidade crítica e perceba um significado naquilo que aprende.

Segundo Mortimer e Scott (2003), o professor pode assumir dois tipos diferentes de discurso em sala de aula: o de autoridade e o dialógico. O primeiro é aquele em que o professor praticamente não deixa espaço a questionamentos e discussões, e transmite o conhecimento de forma dogmática, em que o que diz é a única verdade sem possibilidade de discussão. O professor não escuta a opinião dos alunos e seus conhecimentos prévios não são levados em conta. Já no discurso dialógico o professor não rejeita as questões dos estudantes que fujam ao assunto central. Ele consegue voltar no assunto da aula mesmo depois de explorar assuntos diversos. O conhecimento prévio dos alunos é central no discurso dialógico. Mesmo que o professor saiba que eles estão entrando em assuntos diferentes, ele pode escutá-los, fazê-los refletir e chegar de novo ao assunto principal através de reflexões. Infelizmente algo que impede uma aula desse tipo é a grande quantidade

de conteúdos que o professor deve trabalhar na escola. Talvez por falta de tempo ele acaba descartando as opiniões diversas dos estudantes e rege uma aula no discurso de autoridade, que tem como vantagem o fator tempo. Então é importante que o professor reflita sobre a necessidade de balancear essa questão e utilizar de discursos autoritários ou dialógicos de acordo com o conteúdo e a adequação do mesmo para um ou outro discurso. Nesta pesquisa as atividades foram executadas com um discurso dialógico já que o objetivo central foi justamente analisar as concepções dos estudantes antes e depois das atividades investigativas. Então houve a necessidade de ouvir as opiniões dos alunos para que suas concepções fossem ou não alteradas com as atividades. Eu pude, em cada aula, trabalhar certos conceitos *a partir* das concepções dos alunos e tentei levá-los ao conceito científico explorando seus pontos de vista e fazendo-os refletir. Mas isso não significa que o discurso de autoridade é pior e/ou deve ser descartado, pois em certas circunstâncias uma aula expositiva em que se considera apenas a explicação do professor pode ser vantajosa. Na realidade uma grande vantagem do discurso de autoridade é que com ele o tópico tratado pode ser concluído com mais eficiência. Ou seja, depois de um discurso dialógico com o qual o conceito foi bem tratado e discutido, o professor utiliza uma aula mais expositiva com seu ponto de vista para fechar e “amarrar” toda a discussão. Isso é importante pois um discurso dialógico em excesso pode ser ineficiente, já que nem sempre os alunos conseguem chegar a uma conclusão concisa só com o seu próprio ponto de vista. O professor em certos momentos deve sim guiar e cortar certos discursos, a fim de objetivar o debate.

Segundo Knowles (1976), criador das bases da Andragogia, o adulto não aprende como a criança, e por isso deve-se levar em conta os princípios já citados nesta pesquisa. O adulto:

1. Modifica o seu auto-conceito deixando de ser um indivíduo dependente (conforme a Pedagogia) para ser um independente, auto dirigido;
2. Acumula uma crescente reserva de experiências e conseqüentemente um maior volume de recursos de aprendizagem;
3. Tem sua motivação de aprendizagem cada vez mais orientada para buscar desenvolver seus papéis sociais;

4. Modifica sua "perspectiva de tempo" em relação a aplicação de conhecimentos; para os adultos o maior interesse é de conhecimentos de aplicação mais imediata e em consequência a sua aprendizagem deve deixar de ser centralizada no conteúdo para centralizar-se no problema.

Em termos do aprendizado de Astronomia, o princípio 2 foi essencial e uma referência para as atividades. Daí a importância do pré-teste, que se mostrou interessante e também uma referência para que eu pudesse preparar e guiar as atividades em sala. Já consciente do que os alunos mais entendiam e o que tinham em defasagem, eu procurei guia-los em sala para refletir sobre certos erros conceituais e reforçar aquilo que já sabiam de forma adequada.

Foi verificado que os conceitos associados à Lua não são tão óbvios para as pessoas no geral, e que para compreendê-los é necessário um esforço de imaginação e raciocínio maior do que aqueles que ocorrem apenas contemplando a Lua no céu. Os alunos apenas olham o céu, mas não refletem sobre suas características como os antigos o faziam. Assim fica mais difícil e nem tão óbvio compreender certos fenômenos, como a passagem de uma fase para a outra e sua relação com os movimentos da Terra e da Lua, algo que ocorre todo mês.

No geral os objetivos foram cumpridos, pois analisou-se de forma satisfatória a concepção que os alunos da EJA possuíam e possuem acerca de tais conceitos astronômicos e verificou-se que as atividades contribuíram imensamente para essa alteração. É claro que o tempo não foi ideal, pois são muitas as ideias e atividades que podem ser feitas. Por ser algo tão antigo e arraigado, a Lua gera curiosidade tanto em professores como alunos, e por isso as formas de se investiga-la são vastas, mas as que fizemos nesta pesquisa puderam afetar muitas concepções básicas apresentadas pelos alunos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Mariel José Pimentel de; NEUBERGER, Carla Veridiana; ARAÚJO, Alberto Einstein Pereira de. As concepções de alunos do EJA sobre a Lua: um estudo exploratório. *XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2009.

AUGUSTA, Degmar. Andragogia: A aprendizagem dos adultos. Disponível em <http://www.webartigos.com/articles/6047/1/Andragogia-A-Aprendizagem-Dos-Adultos/pagina1.html>. Acesso em 08 de outubro de 2011.

BRASIL. MEC. 2000. Parâmetros Curriculares Nacionais, Ensino Médio. Brasília: MEC.

CANALLE, João Batista Garcia. A Lua tem quatro fases? *Jornal Cosmos de Astronomia e Ciência Espacial*, vol. 6, pág. 3, 1997.

Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio, volume 2)

FABRÍCIO, Maria de Fátima Lima; JÓFILI, Zélia Maria Soares; SEMEN, Luiza Suely Martins; LEÃO, Ana Maria dos Anjos Carneiro. A compreensão das leis de Mendel por alunos de Biologia na educação básica e na licenciatura. *Ensaio – pesquisa em educação em ciências*, volume 8, número 1, julho de 2006.

HOULE, C. O. (1972). *The design of education*. San Francisco: Jossey-Bass. Acessado em 03 de maio de 2012.

KNOWLES , Malcolm S. A History of the Adult Education Movement in the United States: Includes Adult Education Institutions through 1976 R. E. Krieger Pub Co, 1976

MORTIMER, Eduardo. F.; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio – cultural para analisar e planejar o ensino. Disponível em < <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino.htm>> 2002.

OLIVEIRA, R. S. Astronomia no ensino fundamental. Disponível em: <http://www.asterdomus.com.br>. Texto gerado em 1997. Acesso em: 15 de fevereiro de 2012.

PANZERA, Arjuna C. Roteiro de Atividade: Tópico 39: Gravitação Universal. Física - Ensino Médio - Currículo Complementar. Centro de Referência Virtual do Professor - SEE-MG/2008.

SÁ, Eliane Ferreira de.; Paula, H. F.; Lima, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, Orlando Gomes de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

TAMIR, P. (1990). Evaluation of student laboratory work and its role in developing policy. In Heggarty-Hazel, E. (Ed.). *The student laboratory and the science curriculum*. Londres: Routledge, 242-266.

ZYLBERSZTAJN, Arden. Concepções espontâneas em Física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. *Revista de Ensino de Física*, 5 (2), p. 3-16. 1983.

ANEXOS

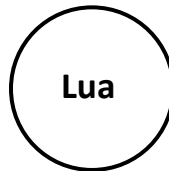
ANEXO I – O Pré-teste

- 01)** De que você acredita que é feita a Lua? Explique o porquê de sua resposta.
- 02)** Abaixo está uma foto da Lua. Os acidentes geográficos e crateras da Lua mudam ao longo dos dias?



- 03)** O que representam as fases da Lua?
- 04)** Quais são as fases da Lua?
- 05)** Desenhe as fases da Lua.
- 06)** A Lua pode ser vista durante o dia?
- 07)** Existe dia e noite na Lua?
- 08)** Quem é maior, a Terra ou a Lua?
- 09)** Quem é maior, a Terra ou o Sol?

10) Se o disco abaixo representa a Lua, desenhe outros dois discos: um representando o tamanho da Terra e outro representando o tamanho do Sol, identificando-os.

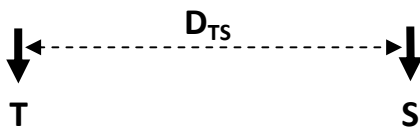


11) Qual é a fase da Lua na foto abaixo?



12) Como você explica as fases da Lua?

13) A letra T na figura abaixo representa a posição da Terra no espaço e a letra S a posição do Sol com relação à Terra. D_{TS} , a seta tracejada, representa a distância entre a Terra e o Sol. Desenhe uma terceira seta representando comparativamente a posição da Lua identificada pela letra L e uma quarta seta representando a posição da estrela mais próxima de nós, identificada pela letra E.



ANEXO II – O Pré-teste (folha em branco recebida pelos alunos)

Questão 1

Questão 2



Questão 3

Questão 4

Questão 5

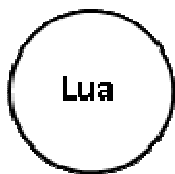
Questão 6

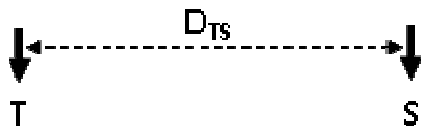
Questão 7

Questão 8

Questão 9

Questão 10



Questão 11**Questão 12****Questão 13****Anexo III – A atividade de observação da Lua**

Caros alunos,

Com essa atividade vocês terão a oportunidade de investigar a Lua e suas fases. Façam as anotações diariamente, com dedicação, para que o resultado seja

proveitoso. Responda as questões em uma folha separada com seu nome, e, para a tabela, escreva na mesma.

- A) No dia 22/03 a Lua está Nova. Procure-a no céu logo após o entardecer (18h). Você consegue vê-la no céu? Por quê?
- B) Para cada dia depois, procure a Lua no céu mais ou menos no mesmo horário, e complete a tabela abaixo com as informações das colunas.

Dia da luação	Data	Fase	Desenho da forma da Lua	Hora	Posição da Lua em relação ao horizonte e aos pontos cardeais
0	22/03	Nova			
1º	23/03				
2º	24/03				
3º	25/03				
4º	26/03				
5º	27/03				

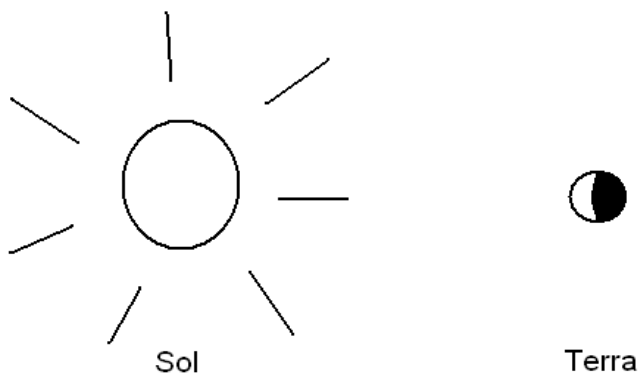
6°	28/03				
7°	29/03	Quarto Crescente			
8°	30/03				
9°	31/03				
10°	01/04				
11°	02/04				
12°	03/04				
13°	04/04				
14°	05/04	Cheia			

- C) No terceiro dia da luação a Lua começa a ser vista próxima de qual ponto cardinal (norte, sul, leste ou oeste)?
- D) Com o passar dos dias, o que ocorre com a forma da Lua?

- E) A Lua vai se deslocando, com o passar dos dias, para qual ponto cardinal?
- F) No dia do Quarto Crescente faça uma observação da Lua em três horas consecutivas, depois do pôr do Sol e responda: em que sentido ocorre o seu movimento em relação aos pontos cardinais?
- G) No dia do Quarto Crescente a Lua apareceu no ponto mais alto do céu (zênite)?
- H) No dia do Quarto Crescente a Lua se parece com qual letra do alfabeto?
- I) Um dia após a Lua Cheia a que horas ela aparece no céu?
- J) Dois dias depois da Lua Cheia a que horas ela aparece no céu?

ANEXO IV – O Pós-teste

01) Desenhe abaixo a localização da Lua para cada fase (cheia, nova, minguante e crescente)



02) Quais são as características do movimento da Lua que faz com que ela mostre sempre a mesma face para os habitantes da Terra?

03) Por que ocorrem as fases da Lua?

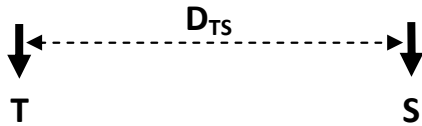
04) Quanto tempo dura cada principal fase da Lua?

05) A Lua pode ser vista durante o dia?

06) Qual é a fase da Lua na foto abaixo, vista do hemisfério Sul?

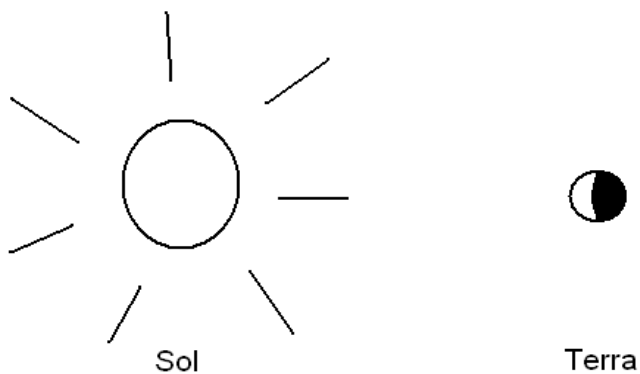


- 07) Faça um desenho de dois discos, um representando a Terra e outro representando a Lua, na mesma escala.
- 08) A letra T na figura abaixo representa a posição da Terra no espaço e a letra S a posição do Sol com relação à Terra. D_{TS} , a seta tracejada, representa a distância entre a Terra e o Sol. Desenhe uma terceira seta representando comparativamente a posição da Lua identificada pela letra L e uma quarta seta representando a posição da estrela mais próxima de nós, identificada pela letra E.



ANEXO V – O questionário do Pós-teste (folha em branco recebida pelos alunos)

01)



02)

03)

04)

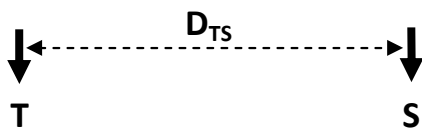
05)

06)







07)

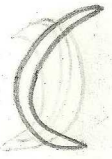
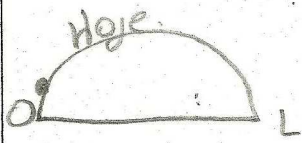

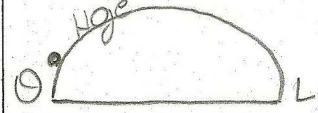

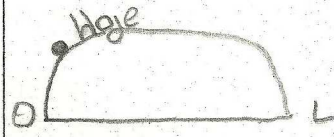



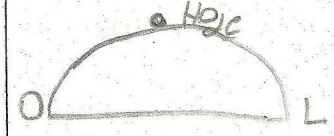

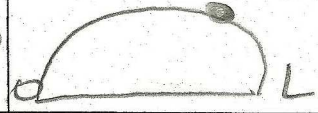

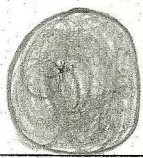




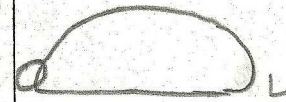
08)


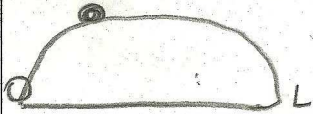


ANEXO VI – Duas atividades de lunação (alunas 1 e 6)

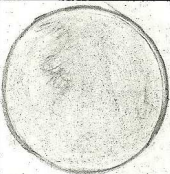

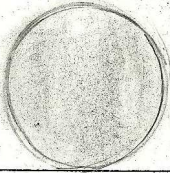
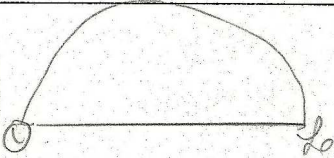
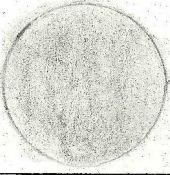
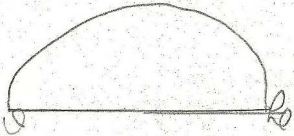
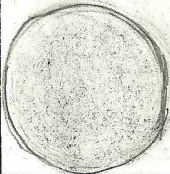
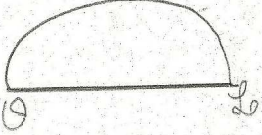
Aluna 1

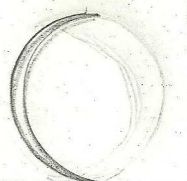
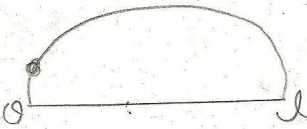
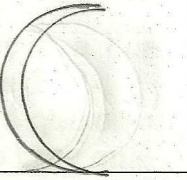
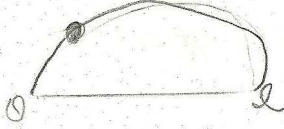
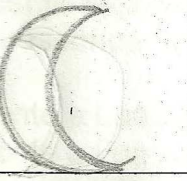

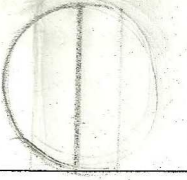
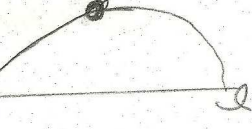
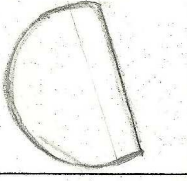

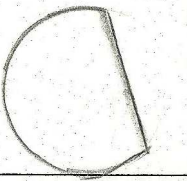
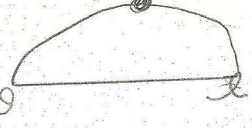
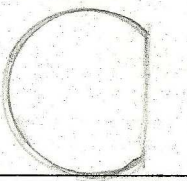
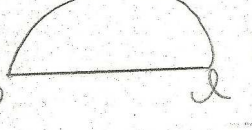
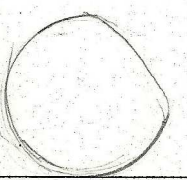
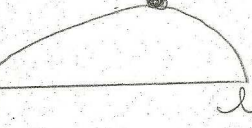
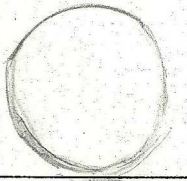
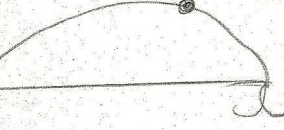
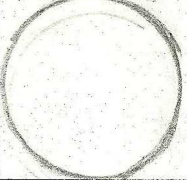
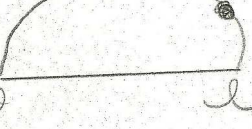
Dia da lunação	Data	Fase	Desenho da forma da Lua	Hora	Altura da Lua em relação ao horizonte e aos pontos cardeais
0	22/03	Nova	estava claro mas não apareceu	7,00	
1º	23/03		tinha nuvem mas apareceu	6,30	
2º	24/03		não apareceu estava nublado	6,30	
3º	25/03		não apareceu estava nublado	6,00	

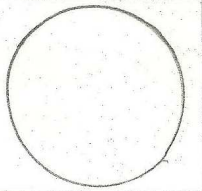
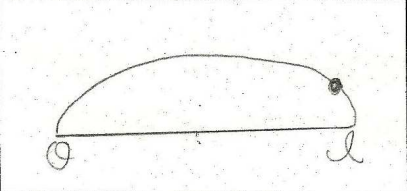
4°	26/03			7,00	
5°	27/03			6,45	
6°	28/03			6,30	
7°	29/03	Quarto Crescente		6,20	
8°	30/03			6,40	
9°	31/03			6,30	
10°	01/04		não dev para olhar		
11°	02/04			não	
12°	03/04			não	
13°	04/04			não	

14°	05/04	Cheia		70	
-----	-------	-------	---	----	---

Aluna 6

Dia da lunação	Data	Fase	Desenho da forma da Lua	Hora	Altura da Lua em relação ao horizonte e aos pontos cardeais
0	22/03	Nova		18:40 nas apar recess	
1°	23/03	Nova		18:25 nas apar recess	
2°	24/03	Nova		18:20 as mublach	
3°	25/03	Nova		18:30 Choveu	

4°	26/03	crescente		18:45	
5°	27/03	crescente		19:15	
6°	28/03	crescente		19:00	
7°	29/03	Quarto Crescente		18:50	
8°	30/03	quarto crescente		19:10	
9°	31/03	quarto crescente		18:30	
10°	01/04	quarto crescente		18:50	
11°	02/04	quarto crescente		19:20	
12°	03/04	quarto crescente		18:30	
13°	04/04	cheias		19:00	

14°	05/04	Cheia			
-----	-------	-------	---	--	---