



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

FRANCISCO PAIVA DA SILVA

**O FENÔMENO DAS MARÉS: GRAVITAÇÃO E ASTRONOMIA NUMA
PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO MÉDIO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Vitória
Maio de 2016

O FENÔMENO DAS MARÉS: GRAVITAÇÃO E ASTRONOMIA NUMA PROPOSTA
DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO
MÉDIO

Francisco Paiva da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEnFis) no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch

Vitória
Maio de 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

S586f Silva, Francisco Paiva da, 1979-
O fenômeno das marés : gravitação e astronomia numa proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino médio / Francisco Paiva da Silva. – 2016.
216 f. : il.

Orientador: Sérgio Mascarello Bisch.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Astronomia – Estudo e ensino.
3. Marés. 4. Fenômenos naturais. 5. Ensino médio. I. Bisch,
Sérgio Mascarello. II. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

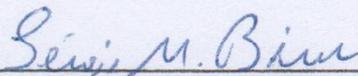
**"O Fenômeno das Marés: Gravitação e Astronomia numa Proposta de Unidade de Ensino
Potencialmente Significativa para o Ensino Médio"**

Francisco Paiva da Silva

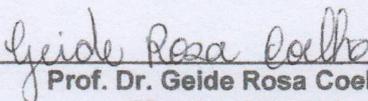
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 31 de Maio de 2016.

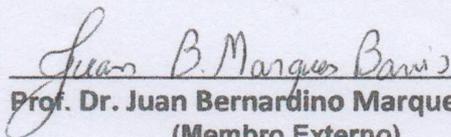
Comissão Examinadora



Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch
(Orientador)
PPGEnFis/UFES



Prof. Dr. Geide Rosa Coelho
(Membro Interno)
PPGEnFis/UFES



Prof. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio
(Membro Externo)
UFG

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

*À minha amada esposa ALESSANDRA e
minha querida filha MARIA JÚLIA,
Estrelas Alfa.*

*À minha doce avó JESSI e ao
meu saudoso avô DARIO,
Pilares da Criação.*

Para isso existem as escolas: não para ensinar as respostas, mas para ensinar as perguntas. As respostas nos permitem andar sobre a terra firme. Mas somente as perguntas nos permitem entrar pelo mar desconhecido.

Rubem Alves.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo.

Em especial, agradeço a minha esposa, Alessandra Manço Lemes Paiva, por acreditar nos meus sonhos e sonhar junto comigo, por seu dedicado apoio aos meus estudos e por compreender minhas ausências, abdicando de vários possíveis momentos de lazer durante a realização desse trabalho.

Ao maior presente da vida, recebido com muito amor durante o mestrado, minha filha Maria Júlia, por me ensinar o amor maior.

Aos meus pais, pelo incentivo aos estudos desde a infância e pelos cuidados com a neta.

Aos meus irmãos e amigos, pelo suporte e apoio e por compreenderem minhas constantes ausências durante a realização deste trabalho, em especial, ao meu irmão Fernando pela providencial impressora.

À Aurimara Manço Bicas por me ajudar nos cuidados com minha filha.

À minha sogra, pelo suporte nos finais de semana durante a escrita desta dissertação.

A toda minha família e também aos familiares da minha esposa pelo incentivo e apoio.

Aos estudantes que participaram desta pesquisa pela dedicação e empenho nas atividades e pelo compartilhamento desse meu aprendizado.

Ao professor Dr. Sérgio Mascarello Bisch pela dedicada orientação, confiança, apoio e amizade.

Aos Profs.(as) Drs.(as) do PPGEnFis-UFES e, em especial, ao Prof. Dr. Laércio Ferracioli por acreditar e tornar possível esse programa.

Ao meu amigo e colega de turma, Robson Leone Evangelista, pelos trabalhos e estudos em grupo, pelo incentivo e apoio e a sua esposa Simone Torres, pelo suporte durante os estudos e preparação deste trabalho.

A todos os colegas de mestrado, pelas discussões e compartilhamentos nas aulas, pelo suporte técnico, pelo altruísmo, pelo companheirismo e agradáveis momentos de descontração, em especial, Ernani Vassoler Rodrigues e Thiago Pereira da Silva.

À SEDU pelo apoio financeiro por meio de licença capacitação, sem perda de vencimentos, concedida.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

RESUMO

O FENÔMENO DAS MARÉS: GRAVITAÇÃO E ASTRONOMIA NUMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO MÉDIO

Francisco Paiva da Silva

Orientador: Sérgio Mascarello Bisch

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho é um relato da elaboração, aplicação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o fenômeno das marés, direcionada ao Ensino Médio, que relaciona o fenômeno das marés com a Gravitação e a Astronomia. Foram realizadas 14 atividades, tais como: desenhos e questionário, objetivando o levantamento das concepções iniciais; leitura e discussão de textos; apresentação de conteúdos por slides; atividade de simulação das fases da lua utilizando o próprio corpo; apresentação de um simulador de marés e entrevista coletiva. Participaram do desenvolvimento deste trabalho 21 estudantes da primeira série do Ensino Médio da E.E.E.F.M. Ewerton Montenegro Guimarães, uma escola da rede pública estadual, situada no município de Viana, ES. A UEPS foi avaliada ao longo de todo processo de seu desenvolvimento e ao final, em conjunto com os estudantes, por meio de uma entrevista coletiva. Os materiais e instrumentos que serviram de base para a coleta de dados e análise de resultados foram: desenhos e questionários, vídeos das atividades e da entrevista coletiva, além de registros em um diário de campo. Os estudantes demonstraram alto grau de envolvimento em algumas atividades, muitos questionamentos em relação ao conteúdo em estudo e muita disposição em realizar as atividades práticas, porém muita dificuldade de leitura e pouco envolvimento em atividades expositivas. A partir dos resultados obtidos, ao longo de todo o processo de implementação da UEPS, foi possível perceber poucos indícios de aprendizagem significativa, indicando que o objetivo da UEPS, de maneira geral, parece não ter sido atingido, contudo foi possível perceber um aumento de conhecimentos e uma evolução conceitual, sobretudo com relação a alguns aspectos astronômicos, como as fases da Lua e o papel essencial que os astros, Lua e Sol, exercem no fenômeno marés. Com esse trabalho também foi possível conhecer um pouco mais sobre ensino e aprendizagem, fazer uma análise da própria prática docente e adquirir experiência a fim de aperfeiçoá-la. Em anexo, no Apêndice D, segue a proposta de UEPS sobre o fenômeno das marés que foi elaborada, constituindo um produto que poderá servir de referência a outros docentes que desejarem desenvolver projetos de ensino semelhantes, abordando marés, Gravitação e Astronomia.

Palavras-chave: Ensino de Física, Educação em Astronomia, Fenômeno de Marés.

Vitória-ES
Maio de 2016

ABSTRACT

THE TIDES PHENOMENON: GRAVITATION AND ASTRONOMY IN A POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING UNIT FOR SECONDARY EDUCATION.

Francisco Paiva da Silva

Supervisor:
Sérgio Mascarello Bisch

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFIS), Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This paper reports the development, implementation and evaluation of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) about the tides phenomenon, targeted to high school, which relates the tides phenomenon with Gravitation and Astronomy. Were held 14 activities, such as drawings and questionnaire, aiming to survey the initial conceptions, reading and discussion of texts, content presentation for slides, simulation activity phases of the moon using the body, discussion and activities of reworking, presentation activities to the large group and press conference. They participated in the development of this work 21 students the first year of high school of E.E.E.F.M. Ewerton Montenegro Guimarães, a school of public schools, located in Viana district, ES. The PMTU was evaluated throughout their development process and at the end, together with the students through a news conference. The materials and tools that were the basis for data collection and results analysis were drawings and quizzes, videos and activities of the press conference, audio lessons, plus a daily implementation. The students demonstrated a high degree of involvement in some activities, many questions regarding the content of study and a lot of willingness to carry out practical activities, but very difficult to read and little involvement in expository activities. From the results obtained throughout the process of implementation of PMTU, it was revealed few significant learning of evidence indicating that the goal of PMTU seems to have been reached, but it is possible to realize an increase of knowledge and possible conceptual evolution. With this work it was also possible to know a little more about teaching and learning, to make an analysis of the teaching practice itself and to acquire experience in order to improve it. Attached in Appendix D, PMTU about the phenomenon of the tides, resulting in a product that can serve as a reference to other teachers who wish to develop similar education projects addressing tides, gravitation and Astronomy.

Keywords: Teaching of Physics, Astronomy Education, Phenomenon of Tides

Vitória-ES
May 2016

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Contínuo de aprendizagem mecânica e significativa	15
Figura 2.2 - Representação esquemática da Teoria da Assimilação	16
Figura 3.1 - Representação esquemática do planetário humano	39
Figura 4.2 - Representação esquemática do simulador de fases da Lua	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Síntese da intervenção em sala de aula	30
Quadro 4.1 – Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre como é o fenômeno das marés, feita na Questão 1.....	54
Quadro 4.2 – Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre onde ocorre o fenômeno das marés, feita na Questão 1.....	56
Quadro 4.3 – Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre quando ocorre o fenômeno das marés, feita na Questão1.....	58
Quadro 4.4 – Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre a possível causa do fenômeno das marés, feita na Questão 2	60
Quadro 4.5 – Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre possível causa dos planetas serem redondos e um asteroide não, feita na Questão 3	65
Quadro 4.6 – Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre porquê a Lua não cai na Terra, feita na Questão 4 do questionário inicial (antes) e final (depois)	69
Quadro 4.7 – Categorias de respostas dos estudantes que responderam à Questão 5 do questionário inicial(antes) e final(depois) e respectivas frequências	73
Quadro 4.8 – Categorias de respostas dos estudantes que responderam à Questão 6 do questionário inicial (antes) e final (depois) e respectivas frequências	76
Quadro 4.9 – Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre conhecer lei da Gravitação Universal e saber o significado físico dessa expressão, feita na Questão 7 do questionário inicial (antes) e final (depois)	80
Quadro 4.10 – Categorias e subcategorias de respostas dos estudantes que responderam à Questão 8 do questionário inicial (antes) e final (depois) e respectivas frequências	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 – Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 1, antes e depois da aplicação da UEPS	53
Gráfico 4.2 – Frequências nas principais categorias de respostas à pergunta sobre como é o fenômeno das marés, feita na Questão 1	56
Gráfico 4.3 – Frequência das respostas dos estudantes à pergunta sobre onde ocorre o fenômeno das marés, feita na Questão 1.....	57
Gráfico 4.4 – Frequência das respostas dos estudantes à pergunta sobre quando ocorre o fenômeno das marés, feita na Questão 1	58
Gráfico 4.5 – Frequências nas principais categorias de respostas à pergunta sobre possível causa do fenômeno das marés, feita na Questão 2	61
Gráfico 4.6 – Frequências nas principais categorias de respostas à pergunta sobre possível causa dos planetas serem redondos e os asteroides não, feita na Questão 3	66
Gráfico 4.7 – Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 4, antes e depois da aplicação da UEPS	68
Gráfico 4.8 – Frequência nas principais categorias de respostas dos estudantes à pergunta sobre porquê a Lua não cai na Terra, feita na Questão 4 do questionário	70
Gráfico 4.9 – Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 5, antes e depois da aplicação da UEPS	73
Gráfico 4.10 – Frequência nas principais categorias de respostas dos estudantes à pergunta sobre proporção direta com exemplo, feita na Questão 5 do questionário	74
Gráfico 4.11 – Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 6, antes e depois da aplicação da UEPS	76
Gráfico 4.12 – Frequência das respostas dos estudantes que responderam à Questão 6 do questionário inicial e final	77
Gráfico 4.13 – Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 7, antes e depois da aplicação da UEPS	79
Gráfico 4.14 – Frequência nas principais categorias de respostas dos estudantes à Questão 7 do questionário inicial e final	81
Gráfico 4.15 – Frequência nas principais categorias de respostas dos estudantes à pergunta sobre as quatro principais fases da Lua, feita na Questão 8 do questionário	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBC	CURRÍCULO BÁSICO COMUM
EEEFM	ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO
EM	ENSINO MÉDIO
MNPEF	MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
OA-UFES	OBSERVATÓRIO ASTRONÔMICO DA UFES
PCN	PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAL
PPGenFis	PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
SBF	SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
SEDU	SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
TAS	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
UEPS	UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA
UFES	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
1 INTRODUÇÃO	3
1.1 Os Objetivos do trabalho	10
1.2 A Organização da Dissertação	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO/METODOLÓGICO	12
2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa	12
2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)	20
2.3 Abordagem Qualitativa	25
2.4 O Contexto do Estudo	26
2.5 Os Sujeitos	27
2.6 O Delineamento do Trabalho	27
3 A UEPS	28
3.1 Desenvolvimento e aplicação da Sequência Didática	28
3.2 Diário de campo	44
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	49
4.1 A Análise de conteúdos.....	49
4.2 Metodologia e forma de análise dos dados	51
4.3 Análise e apresentação dos resultados do questionário	52
4.4 Análise e resultados das entrevistas coletivas	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS	97
Apêndice A Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	101
Apêndice B Desenhos do sistema Sol-Terra-Lua.....	103
Apêndice C Transcrições das respostas aos questionários	138
Apêndice D UEPS sobre o Fenômeno das Marés	185
Apêndice E Material de apoio ao professor.....	Erro! Indicador não definido.

APRESENTAÇÃO

A inquietude sobre a forma que tradicionalmente se ensina Física me surgiu nas primeiras experiências que tive com a sala de aula, quando ainda no segundo período do curso de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), resolvi experimentar a sensação de ensinar Física no Ensino Médio. Essa inquietude surgiu logo após cursar uma disciplina optativa chamada “Introdução à Astronomia”, cursada no primeiro período da graduação, ministrada pelo professor Dr. Sérgio Mascarello Bisch. Nessa disciplina, além de conhecer o fantástico mundo da Astronomia e saber que é possível ver planetas a olho nu, tive contato com uma metodologia de ensino e aprendizagem totalmente diferente do que estava acostumado. Essa metodologia é descrita no livro *O Céu*, escrito por Rodolfo Caniato (1990), e foi desenvolvida durante a realização de algumas atividades práticas propostas nesse livro e que fizeram parte da avaliação. A característica que mais me chamava atenção, e que também às vezes mais me incomodava (hoje sei, me tirava da zona de conforto), era o fato de não haver respostas prontas, os monitores da disciplina eram orientados a não dar a certeza da resposta, mas sim, provocar o raciocínio e deixar que o estudante chegasse através do conflito de ideias, às suas conclusões. Meu gosto pela Astronomia foi tamanho que no semestre seguinte passei a atuar como monitor voluntário do Observatório Astronômico da UFES (OA-UFES), e em seguida da disciplina de Introdução à Astronomia.

Minha carreira como professor foi muito influenciada por esse período, e, no desenrolar dos anos, novas experiências e vivências, no chão de sala, foram adquiridas e transformadas, mas ainda era algo meio intuitivo, sem muito critério, análise ou avaliação. Contudo, havia uma inquietude e uma carência por fundamentação teórica e metodológica que apontassem para um melhor desenvolvimento das aulas e técnicas que possibilitassem facilitar a aprendizagem dos conteúdos de Física no Ensino Médio, frente a uma tradição fundamentada na explicação do professor e nas respostas e fórmulas decoradas para a prova, sem mais nenhum significado e sendo considerado assim, como o verdadeiro aprendizado. As disciplinas específicas da

licenciatura possibilitaram o contato com algumas estratégias para se ensinar Física e um pouco de psicologia de aprendizagem que contribuíram bastante para minha formação, mas que não foram suficientes para acabar com essa inquietude acerca de como melhor ensinar Física e também com a carência por fundamentação teórica em ensino e aprendizagem.

O ingresso no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF) através do Programa de Pós Graduação em ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGenFis–UFES) possibilitou o conhecimento de novas teorias de aprendizagem, a discussão e análise de diferentes métodos de ensino, além da avaliação daqueles métodos e técnicas, utilizados intuitivamente, adquiridos ao longo da formação e da atuação profissional, por meio de análise crítica e comparação com os novos conhecimentos adquiridos. O mestrado possibilitou também um reencontro com a pesquisa na área de Educação em Astronomia e com o professor Dr. Sérgio Mascarello Bisch, que me orienta neste trabalho.

1 INTRODUÇÃO

A mais de 13 bilhões de anos um fenômeno conhecido como Big Bang deu origem ao Universo. Os astros como o Sol, a Lua, as estrelas, os planetas e os cometas entre outros, que fazem nosso Universo, sempre fascinaram o homem e despertaram sua curiosidade sobre as possíveis influências sobre a Terra. Mas como as escolas e professores abordam o tema? O que os resultados de pesquisas em Educação em Astronomia indicam sobre a abordagem da Astronomia em sala de aula e a formação do professor do ensino básico?

Segundo Bisch (1998) há três características básicas do conhecimento dos estudantes (e professores) do Ensino Fundamental acerca da Astronomia:

- 1) Concepções realistas ingênuas;
- 2) Dificuldades relativas à representação do espaço (de compreensão da tridimensionalidade e relações espaciais dos fenômenos astronômicos);
- 3) Uso de chavões (decoreba).

Esses conhecimentos são provenientes possivelmente de um tipo de ensino tradicional centrado no professor e mecânico, conhecido também como “decoreba”, que nem sempre explica o significado ou o porquê das coisas para o estudante. Bisch (1998) refere-se a esse tipo de ensino de *ensino livresco*, ou seja, puramente um ensino mecânico e tradicionalista.

Por outro lado, grande parte dos professores não tiveram a formação inicial adequada, com pouca ou nenhuma carga horária destinada aos conhecimentos de Astronomia. Em alguns casos em que o professor teve essa formação, isso ocorreu, possivelmente, nos moldes tradicionais. No relato de Leite:

Visto que os professores responsáveis pela disciplina de Ciências encontram pouco respaldo no conteúdo de Astronomia em sua formação inicial, compreendemos que seus conhecimentos sejam adquiridos, principalmente, através do livro didático e, por ventura, de cursos de formação continuada. (LEITE, 2006, p. 52-53).

Um dos graves problemas do ensino e aprendizagem de Astronomia está relacionado com a espacialidade, pois o uso do livro didático apenas, por

limitações próprias, não pode promover a percepção da tridimensionalidade e dos movimentos envolvidos nos conteúdos e fenômenos astronômicos e pode levar a um reforço das concepções alternativas, assim como a erros conceituais.

[...] que boa parte dos professores provavelmente aprende e ensina Astronomia através do livro didático que, frequentemente, apresenta uma Astronomia impositiva, fragmentada e em muitos casos com erros conceituais graves, além de pouca articulação entre as imagens, os conceitos e os fenômenos apresentados e vivenciados em nosso cotidiano (LEITE, 2006, p. 248).

Considerando também os documentos oficiais, os PCN destacam a necessidade de “atividades práticas, e visitas preparadas a observatórios, planetários, associações de astrônomos amadores, museus de Astronomia e de Astronáutica” (BRASIL, 1999). Uma alternativa para tentar corrigir o problema do ensino tradicional da Astronomia, que tem como instrumento de ensino apenas o livro didático, é o desenvolvimento de atividades práticas que proporcionem ao estudante um melhor noção do espaço tridimensional e dos movimentos envolvidos nos fenômenos astronômicos. Assim como propõe Leite (2006) aos professor que participaram de sua pesquisa:

Na forma de sugestão, propusemos aos professores de Ciências que quisessem trabalhar com o tema da Astronomia a construção ou escolha de atividades que dessem mais significado e realidade aos objetos astronômicos e suas relações, utilizando para isso materiais em três dimensões situados no espaço (LEITE, 2006, p. 250).

Para que essas atividades sejam desenvolvidas, é fundamental o investimento em formação inicial e continuada do profissional que ensina Astronomia e em pesquisas em Educação em Astronomia. Bretones e Compiani (2010) ressaltam a não existência de determinação específica referente aos conteúdos de Astronomia, em que os cursos superiores oferecem poucas oportunidades para que professor tenha uma boa formação inicial para lecionar conteúdos de Astronomia, tornando necessária a implantação de cursos de formação continuada de professores nessa área. Essas questões também são levantadas por Langhi (2011) quando cita vários problemas com relação à Educação em Astronomia no Brasil, tais como:

- Existência de lacunas na formação inicial de professores da educação básica (especialmente dos anos iniciais do Ensino Fundamental) relativos a conteúdos e metodologias de ensino de Astronomia;
- Cursos de curta duração, normalmente denominados de “formação continuada”, que não promovem, satisfatoriamente, uma mudança efetiva na prática docente para a educação em Astronomia;
- Carência de material bibliográfico de linguagem acessível e de fonte segura de informações sobre Astronomia para professores e público em geral;
- Há um descompasso entre a proposta dos PCN e o trabalho efetivo nas escolas com o tema Astronomia;
- Espetacularização excessiva da mídia e sensacionalismos exagerados sobre temas e fenômenos de Astronomia;
- Escassez de estabelecimentos dedicados à Astronomia (observatórios, planetários, associações, museus, etc), e dificuldades no aproveitamento de seu potencial em estabelecer relações continuadas com a comunidade escolar;
- Persistência de erros conceituais em livros didáticos e outros manuais didáticos, apesar de diversas revisões em seus textos;
- Quantidade reduzida de pesquisas sobre Educação em Astronomia;
- Perda de valorização cultural e falta do hábito de olhar para o céu;
- Falta de atualizações aos professores quanto a novas descobertas e informações sobre fenômenos astronômicos iminentes (por exemplo: eclipses, chuvas de meteoros, etc.) que poderiam ser aproveitados nas aulas (LANGHI, 2011, pp. 390-391).

Na tentativa de incentivar e difundir a Astronomia e o ensino de Astronomia nos meios escolares, Nogueira e Canalle (2009) propõe uma série de experimentos de baixo custo, possibilitando a todos o contato com essa Ciência.

Considerando o trabalho efetivo nas escolas e a responsabilidade desta no ensino de Astronomia, podemos citar Bisch (1998):

[...]no caso do ensino de Astronomia: como vimos, boa parte do conhecimento das crianças e professores é ingênuo, baseado no senso comum, cabendo, sem dúvida à escola o papel de promover uma superação, uma transcendência do mesmo, o acesso à cultura elaborada, à visão do universo e de nossa posição dentro dele descortinada pela ciência (BISCH, 1998, p.256).

A Astronomia está presente no cotidiano de todos nós, no suceder dos dias e noites, nas fases da Lua, na marcação e divisão do tempo em dias, semanas e meses, nas estações do ano, nas marés e entre outros muitos exemplos de fenômenos astronômicos. Além disso, dispõe de conteúdos e conceitos que possuem um alto potencial de interdisciplinaridade com as disciplinas de Matemática, Física, História, Biologia, Geografia, Química e Filosofia entre outras, devido à sua grande generalidade. Ela tem a capacidade de estimular o interesse pela ciência de maneira geral a todos os públicos. Seu laboratório, o céu, é fascinante e está à disposição da grande maioria, e seu objeto de estudo, o Universo, é grandioso.

Para Caniato (1974), as principais razões que justificam a introdução da Astronomia como um dos meios para uma iniciação à ciência são:

1. A astronomia, pela diversidade dos problemas que propõe e dos meios que utiliza, oferece o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento de habilidades úteis em todos os ramos do saber e do cotidiano da ciência.
2. A astronomia oferece ao educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca.
3. A astronomia oferece ao educando a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre o funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro.
4. A astronomia oferece oportunidade para atividades que envolvam também trabalho ao ar livre e que não exigem material ou laboratórios custosos.
5. A astronomia oferece grande ensejo para que o homem perceba sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência.
6. O estudo do céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá ao educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo em que vivemos (CANIATO, 1974, p. 39-40).

Em um trabalho realizado por Langhi e Nardi (2014), foi possível identificar, através da representação social do pesquisador brasileiro, as

principais justificativas para o ensino de Astronomia e produzir o seguinte discurso coletivo:

Conforme meus resultados apontam, apresento as seguintes justificativas para importância do ensino de temas de Astronomia na educação básica e na formação inicial e continuada de professores: ela contribui para uma visão de conhecimento científico enquanto processo de construção histórica e filosófica; representa um exemplo claro de que a ciência e a tecnologia não estão distantes da sociedade; desperta a curiosidade e a motivação nos alunos e nas pessoas em geral; potencializa um trabalho docente voltado para a elaboração e aplicação autônoma de atividades práticas contextualizadas, muitas destas sob a necessidade obrigatória de uma abordagem de execução tridimensional que contribua para a compreensão de determinados fenômenos celestes; implica em atividades de observação sistemática do céu a olho nu e com telescópios (alguns construídos pelos alunos e professores, desmistificando sua complexidade); conduz o habitante pensante do planeta Terra a reestruturações mentais que superam o intelectualismo e o conhecimento por ele mesmo, pois a compreensão das dimensões do universo em que vivemos proporciona o desenvolvimento de aspectos exclusivos da mente humana, tais como fascínio, admiração, curiosidade, contemplação e motivação; é altamente interdisciplinar; sua educação e popularização podem contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica, da cultura, da desmistificação, do tratamento pedagógico de concepções alternativas, da criticidade sobre notícias midiáticas sensacionalistas e de erros conceituais em livros didáticos; fornece subsídios para o desenvolvimento de um trabalho docente satisfatoriamente em conformidade com as sugestões dos documentos oficiais para a educação básica nacional, a partir da sua inserção na formação inicial e continuada de professores; possui potenciais de ensino e divulgação, ainda nacionalmente pouco explorados, nos âmbitos das comunidades de astrônomos profissionais e semiprofissionais (amadores colaboradores com profissionais), bem como de estabelecimentos específicos onde estes atuam (observatórios, planetários e clubes de Astronomia) (LANGHI; NARDI, 2014, p. 53, grifo do autor).

Além disso, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCN+), para as Ciências da

Natureza, Matemática e suas Tecnologias, publicadas pelo MEC (BRASIL, 2002) indicam a adoção de temas estruturadores que articulem competências, habilidades e conteúdos, além de apontarem para novas práticas pedagógicas. Um dos seis temas estruturadores sugeridos é: “Tema 6: Universo, Terra e vida”, que inclui as unidades temáticas: “Terra e sistema solar”, “O universo e sua origem”, “Compreensão humana do universo” (BRASIL, 2002, p. 78-79); o que, sem dúvida, remete diretamente a conceitos e fenômenos relacionados à Astronomia.

No Currículo Básico Comum para o Ensino Médio (CBC) da Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU-ES), área de ciências (SEDU, 2009), também há recomendação de abordagem de temas de Astronomia em associação ao tópico Gravitação Universal, na disciplina de Física, tais como: Sistema Geocêntrico, Sistema Heliocêntrico, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal, Buraco Negro, Fenômeno das marés, Movimento dos astros, como planetas, estrelas, cometas e outros.

Pesquisas apontam diversas dificuldades no ensino de temas associados à Astronomia na Educação Básica, tais como: a persistência de diversas concepções alternativas; o conhecimento apresentado por estudantes e professores da Educação Básica costuma ser marcado por concepções realistas ingênuas, chavões e dificuldades de compreensão das relações espaciais envolvidas nos fenômenos; o ensino de temas de Astronomia se dá, em geral, de maneira excessivamente livresca, fragmentada, baseada apenas no livro didático e desvinculado de atividades práticas, como a observação do céu ou da realização de oficinas com modelos tridimensionais que permitam uma compreensão da espacialidade dos fenômenos astronômicos, (LANGHI, 2011; BISCH, 1998; LEITE, 2006).

Essas dificuldades possivelmente podem estar ligadas a um processo de ensino tradicional, onde se aprende apenas para responder provas em um processo mecânico e nada mais, é possível que se construa, com esse processo, um conhecimento com significados muitas vezes distantes da visão científica e que não explicam a realidade e sem incentivo à criticidade.

Em razão do exposto, foi desenvolvida uma proposta de trabalho em uma turma com 21 estudantes da primeira série do Ensino Médio (EM) da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio (EEEFM) “Ewerton Montenegro Guimarães” do turno matutino a fim de contribuir para a aprendizagem significativa de conceitos relacionados ao fenômeno das marés, tema esse de grande apelo aos moradores da Grande Vitória, já que o fenômeno é vivenciado pela grande maioria dos moradores, incluindo boa parte dos estudantes, pois grande parte da região é formada por mangues, um tipo de ecossistema cuja existência depende deste fenômeno.

Além disso, nesta dissertação, faremos um relato da experiência sobre a implementação dessa proposta em sala de aula, seus sucessos e dificuldades na intenção de contribuir para o desenvolvimento do ensino de Física e Astronomia. Para isso, escolhemos como objeto de estudo o ensino de conceitos básicos da Astronomia e as relações com a Gravitação e abordamos os seguintes tópicos: Lei da Gravitação Universal, Leis de Kepler, fases da Lua, configuração do sistema Sol-Terra-Lua, tipos de marés e sua explicação.

Assim, a questão básica de pesquisa foi: É possível promover uma aprendizagem significativa sobre o fenômeno das marés, relacionando-o com a Gravitação e a Astronomia?

Para isso, o trabalho procura responder por meio da aplicação e desenvolvimento da UEPS as seguintes questões:

a) Quais são as concepções iniciais dos estudantes da primeira série do Ensino Médio sobre o fenômeno das marés, sua relação com a gravitação e alguns conceitos básicos de Astronomia?

b) É possível promover uma aprendizagem significativa desse tema utilizando essa proposta de UEPS no contexto em que foi aplicada, ou em contextos próximos?

c) O que as enunciações e interações dos estudantes da amostra indicam sobre indícios de aprendizagem significativa desse tema?

As respostas a essas questões visam uma análise sobre o que precisa saber e como deve fazer o professor para promover a aprendizagem significativa do fenômeno das marés e relacioná-lo com a Gravitação e alguns fundamentos de Astronomia na primeira série do Ensino Médio, o que fornecerá subsídios para a elaboração de novos materiais, Unidades de Ensino

Potencialmente Significativas e aprimoramentos, em uma visão cognitivista, do processo de ensino e aprendizagem relacionados ao tema.

1.1 Os Objetivos do trabalho

1.1.1 Objetivo Geral

Construir, aplicar, observar e avaliar de maneira participativa, o desenvolvimento das atividades propostas em uma UEPS que relaciona o fenômeno das marés com a Gravitação e a Astronomia.

1.1.2 Objetivos Específicos

- I. Avaliar se a UEPS sobre o fenômeno das marés pode ser considerada exitosa;
- II. Verificar a aplicabilidade dessa UEPS no mesmo contexto e em contextos próximos;

1.2 A Organização da Dissertação

O presente capítulo tem como objetivo situar o leitor sobre a relevância, justificativa e propósitos deste estudo. Já no capítulo seguinte, intitulado Referencial Teórico/ Metodológico, apresentamos uma síntese da fundamentação teórica que estrutura esse trabalho, que é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (2003) e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, propostas por Moreira (2011). Em seguida, no capítulo intitulado A UEPS, apresentamos a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre o fenômeno das marés para o Ensino Médio metodologia utilizada neste trabalho, explicitando o tipo de abordagem, os objetivos, o contexto de estudo, os sujeitos, o delineamento do trabalho, o desenvolvimento e aplicação da sequência didática, com todos os detalhes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Também é apresentada uma fundamentação teórica sobre a análise de conteúdo, conforme Bardin (2006), uma vez que esta metodologia foi empregada para a análise dos dados das entrevistas deste trabalho, fornecendo elementos para a compreensão de possíveis indícios de aprendizagem significativa nos estudantes, bem como

suas dificuldades e sentimentos e dúvidas, tanto quanto aos conteúdos e conceitos quanto aos processos e procedimentos na aplicação da UEPS.

2 REFERENCIAL TEÓRICO/METODOLÓGICO

No desenvolvimento desse trabalho, foi utilizada, como referencial teórico da área de ensino e aprendizagem, a Teoria da Aprendizagem Significativa, TAS (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011a), e ainda, como referências teóricas importantes, a proposta de elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, UEPS, apresentada por Moreira (2011d), e resultados de pesquisas na área de Educação em Astronomia, como os indicados por Bisch (1998), Leite (2006) e Langhi (2011). Nas seções a seguir é apresentada uma exposição sucinta sobre algumas das principais ideias, princípios e resultados indicados por essas referências, utilizadas para embasar e orientar o presente trabalho.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

O principal referencial teórico utilizado no desenvolvimento e aplicação das atividades propostas neste trabalho foi o da Teoria da Aprendizagem Significativa TAS de David Paul Ausubel, ligada à corrente construtivista com ênfase na cognição. Essa corrente estuda os mecanismos internos de compreensão, armazenamento e transformação da informação envolvidos no processo de cognição e as regularidades nesse processo.

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específico a qual é definida como *conceito subsunçor* ou simplesmente *subsunçor*¹.

Segundo Ausubel (2003):

A essência do processo de aprendizagem significativa, tal como já se verificou, consiste no facto de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área

de matérias), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interacção activa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflecte a natureza substantiva e denotativa deste produto interactivo. Ou seja, o material de instrução relaciona-se quer a algum aspecto ou conteúdo *existente especificamente relevante* da estrutura cognitiva do aprendiz, i.e., a uma imagem, um símbolo já significativo, um conceito ou uma proposição, quer a algumas ideias anteriores, de carácter menos específico, mas geralmente relevantes, existentes na estrutura de conhecimentos do mesmo (AUSUBEL, 2003, p. 71-72)

Para Ausubel, este tipo de aprendizagem é, por excelência, o mecanismo humano para adquirir e reter a grande quantidade de informações de um conjunto de conhecimentos. Ausubel destaca o processo de aprendizagem significativa como o mais importante na aprendizagem escolar.

“A razão mais importante para a superioridade da aprendizagem significativa sobre a por memorização reside, como é óbvio, no facto de, na aprendizagem significativa, a tarefa como um todo ser potencialmente significativa e, por conseguinte, poder relacionar-se, de forma não-arbitrária e não-literal, à estrutura cognitiva.” (AUSUBEL, 2003, p. 144)

A ideia mais importante da teoria de Ausubel e suas implicações para o ensino e a aprendizagem, segundo Moreira e Ostermann (1999), podem ser resumidas na seguinte proposição:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe (MOREIRA e OSTERMANN, 1999, p. 45).

O armazenamento de informações na mente humana, para Ausubel, é altamente organizado, onde elementos mais específicos do conhecimento se conectam de maneira conceitualmente hierárquica aos elementos mais gerais e inclusivos.

Além da nova informação se relacionar substancialmente com o que o estudante já sabe, para que a aprendizagem significativa possa ocorrer, é necessário também que este se predisponha a aprender significativamente, caso contrário o que pode ocorrer é uma aprendizagem do tipo mecânica.

Em contraposição à aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem por memorização, na qual a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação. Alguns estudantes acostumados a um ensino tradicional e a uma aprendizagem mecânica podem oferecer resistência inicialmente a uma nova abordagem que enfatize a aprendizagem significativa, por terem a impressão de que, com a aprendizagem mecânica, é possível apreender uma quantidade maior de conteúdos e de maneira mais rápida e eficiente. Esse tipo de aprendizagem serve simplesmente para alguns tipos de testes que medem pura e simplesmente o desempenho, muito provavelmente pouco tempo depois do teste o estudante não se lembre de mais nada daquele conteúdo, assim como Ausubel relata:

“Aprendizagem automática, por sua vez, ocorre se a tarefa consistir de associações puramente arbitrárias, com na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independente do potencial significativo contido na tarefa) se o aluno adota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária, literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras).”(AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p.23).

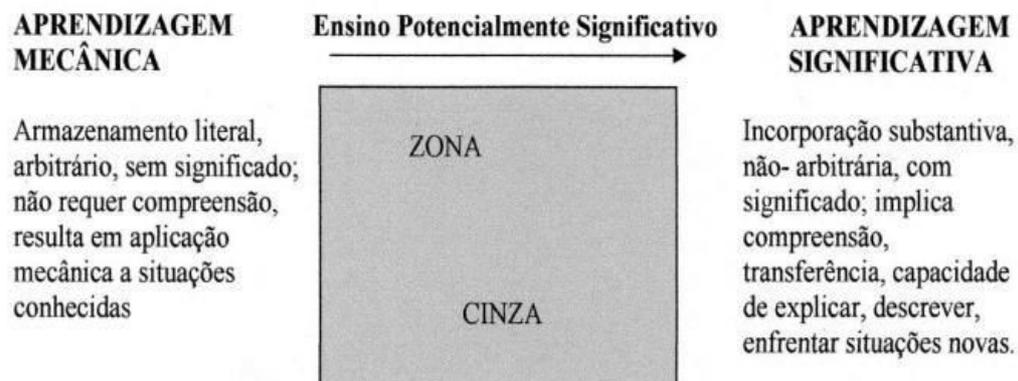
É importante ressaltar que não existe uma dicotomia entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. Considere, por exemplo, o caso em que o estudante não possui, em sua estrutura cognitiva, os subsunçores necessários para se relacionar ao novo conhecimento. Neste caso, pode ser necessário recorrer temporariamente a uma aprendizagem mecânica, com uso de organizadores prévios, para que seja possível, a partir destes conhecimentos, continuar aprendendo significativamente, assim como afirma Lemos:

Quando a estrutura cognitiva do indivíduo não possui subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar, subsumir, a nova informação, o indivíduo a armazenará de forma literal e não substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica. O conhecimento aprendido mecanicamente pode ir paulatinamente sendo relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva, caso o sujeito continue

interagindo com o novo conhecimento. É essa interação dinâmica que caracteriza a não dicotomia entre duas formas de aprendizagem [...] (LEMOS, 2011, p.32).

Os organizadores prévios, segundo Ausubel, são materiais introdutórios que servem de ponte entre o que o estudante sabe e o que deve saber, facilitando assim a promoção da aprendizagem significativa, pois funcionam como “pontes cognitivas”. Na realidade, a aprendizagem não pode ser considerada totalmente mecânica ou totalmente significativa, apesar desta última ser preferida, mas pode estar mais próxima de um desses extremos em diferentes momentos no decorrer do processo. É possível em alguns casos, partir da aprendizagem mecânica para chegar à aprendizagem significativa, principalmente quando não há subsunçores suficientes para ancorar o novo conhecimento, assim como propõe Moreira (2011c) por meio do esquema mostrado na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Visão esquemática do contínuo de aprendizagem mecânica e significativa.



Fonte: Moreira (2011c, p.32).

A passagem de aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa ocorre de maneira natural, desde que o material, os procedimentos e a predisposição do aluno em aprender significativamente sejam observados. O que não pode ocorrer é um estudante submetido desde o início e durante todo o processo a uma aprendizagem mecânica atingir uma aprendizagem significativa.

Moreira (2011a) aponta duas condições necessárias para a ocorrência da Aprendizagem Significativa: (1) o novo conteúdo deve ser apresentado por

substancialmente e programaticamente. Substancialmente através da apresentação dos conteúdos mais abrangentes e unificados e programaticamente pelo método adequado de apresentação sequencial desses conteúdos. Ausubel chama a atenção para os princípios programáticos, são eles: a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa ou integradora, a organização sequencial e consolidação.

A estrutura cognitiva do estudante, que é uma estrutura dinâmica, pode ser bastante influenciada principalmente pelos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. O processo de diferenciação progressiva é caracterizado pela atribuição de novo significado a estrutura cognitiva do estudante, resultante de sucessivas utilizações dessa estrutura para dar significado aos novos conhecimentos. Já o processo de reconciliação integradora, que ocorre simultaneamente ao da diferenciação progressiva, é o responsável por eliminar as diferenças aparentes, resolver inconsistências e integrar significados a essa estrutura cognitiva, conhecida também como subsunção.

Com isso, o papel do professor de Física na facilitação da aprendizagem significativa, conforme Moreira (2011a) envolve pelo menos quatro tarefas fundamentais:

- 1) Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos;
- 2) Identificar quais os subsunções (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo;
- 3) Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunções especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;
- 4) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira

significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura de significados claros, estáveis e transferíveis. É óbvio que, para isso, deve levar em conta não só a estrutura conceitual da matéria de ensino, mas também a estrutura cognitiva do aluno no início da instrução e tomar providências adequadas (por exemplo, usando organizadores, ou “instruções-remédio”), se a mesma não for adequada (Moreira, 2011a, p. 170, 171.)

Mesmo com todo cuidado por parte do professor, é necessário considerar que além da influência substantiva de conceitos unificados e de métodos adequados, podemos ter a influência de fatores externos que não podem ser controlados tais como o meio social e ambiental, o poder econômico e política educacional, nas palavras de Lemos (2011):

[...] não se pode negligenciar que existem influências que delimitam ou limitam o poder de decisão e atuação do docente. Tal fato nos leva a questionar até onde vai a autonomia do professor e, portanto, a considerar que a natureza (política, econômica, social e ambiental) do contexto poderia ser tomada como uma terceira condição a influenciar a organização do material potencialmente significativo. Um professor, por melhor preparado que seja dificilmente conseguirá desenvolver um bom trabalho se os fatores macroestruturais não contribuírem para isso (LEMOS, 2011, p.30).

Por fim, acreditamos, assim como Moreira (2011a), que tudo que foi relatado até aqui nada mais é que uma diferenciação da ideia central da Teoria da Aprendizagem Significativa, que é: “...o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo.”(MOREIRA, 2011a, p. 171.)

2.1.1 Material de Ensino Potencialmente Significativo

A primeira condição necessária para possibilitar a promoção da aprendizagem significativa é que o material seja potencialmente significativo, ou seja, que possa se relacionar com a estrutura cognitiva do estudante de forma substancial e não arbitrária (com significado lógico).

Além de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora ao longo de todo o processo de implementação, o material potencialmente significativo deve prever e descrever estratégias, no momento inicial de implementação, que possibilitem ao estudante demonstrar seus conhecimentos prévios.

A partir dos conhecimentos prévios do aprendiz, o professor pode idealizar os subsunçores que formam sua estrutura cognitiva e, só assim, propor atividades que possibilitem a ancoragem dos novos conhecimentos a essa estrutura. Isso é parte essencial do material que se proponha ser potencialmente significativo.

Ao longo de todo processo de implementação do material é necessário avaliar se os novos conhecimentos podem ser ancorados na estrutura cognitiva do estudante e se o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora estão sendo promovidos.

Além da promoção desses dois processos, Moreira (2011c) recomenda que o conteúdo presente em um material de ensino potencialmente significativo deva ser apresentado por meio de atividades diversificadas e colaborativas. Essas atividades têm por finalidade levar os estudantes a se envolverem em um processo de negociação de significados, assim como fazer o professor desempenhar um papel de mediador desse processo. Isso deve incentivar a externalização dos significados dos conceitos aprendidos.

2.1.2 Predisposição para Aprender Significativamente

A segunda condição para possibilitar a ocorrência da aprendizagem significativa é que o estudante apresente disposição para aprender significativamente, ou seja, queira relacionar os novos conhecimentos de maneira substancial e não arbitrária com os conhecimentos em sua estrutura cognitiva.

Com isso, surge então a seguinte questão: Como fazer isso? Existem alguns autores, principalmente da área de Psicologia, que defendem a motivação como processo facilitador da aprendizagem, mas a motivação é um processo complexo e muito difícil de ser medido, então segundo Ausubel:

[...] em algumas circunstâncias, a forma mais apropriada de se estimular a motivação para a aprendizagem é através da concentração nos aspectos cognitivos, em vez de nos de motivação, da aprendizagem e basear-se na motivação que se desenvolve, de forma retroactiva, do desempenho educacional bem sucedido para estimular mais aprendizagens. (AUSUBEL, 2003, 199).

Cabe então, ao professor propor, nesse material potencialmente significativo, alguns desafios que estejam ao alcance dos estudantes, ou seja, atividades coletivas e/ou individuais, em que o estudante possa obter êxito, a fim de motivá-lo a continuar aprendendo de maneira significativa.

2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa nada mais é que uma sequência didática fundamentada em algumas teorias de aprendizagem tais como: a teoria interacionista social de Vygotsky, a teoria dos campos conceituais de Vergnaud, na teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird, as teorias de educação de Novak e de Gowin, mas principalmente na Teoria da Aprendizagem Significativa TAS de David Ausubel e em visões clássicas e contemporâneas de Moreira, Masini e Valadares, além da teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira, e também nas premissas de que não há ensino sem aprendizagem, de que o ensino é um meio e a aprendizagem é o fim, como afirma Moreira (2011d). Para a construção de uma UEPS, esse mesmo autor sugere alguns passos a serem seguidos em sequência:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc.,

mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Para propor esses passos em sequência, Moreira (2011d) se baseou em alguns princípios norteadores:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud)
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin).

- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Além disso, Moreira (2011d) considera alguns aspectos transversais fundamentais para que a UEPS possa ter êxito:

- em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados;
- como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos alunos que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão;
- embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais.

Portanto ao planejar e aplicar um UEPS, o professor deve se preocupar não somente com uma sequência lógica de conteúdos a ser abordado, mas também com a metodologia de desenvolvimento, a fim de propiciar aos estudantes atividades colaborativas capazes de promover uma maior interação e diálogo entre os estudantes, e entre os estudantes e o professor. Essas atividades podem facilitar e promover momentos de externalização de conhecimentos de conteúdos e atitudes, de modo a promover a negociação de significados, além de possibilitar a esses estudantes, a utilização desses conhecimentos em outras situações do seu cotidiano.

E importante salientar que não é a UEPS por si só que promove uma aprendizagem significativa, de nada adianta um professor com postura tradicional, onde o foco está na aprendizagem mecânica de conteúdos o objetivo final e melhorar o desempenho em provas tentar aplicar uma UEPS a fim de promover uma aprendizagem significativa, muito provavelmente não

obterá êxito. É necessário que professor mude completamente de postura, não só quanto aos objetivos a serem alcançados, com também com relação ao processo de desenvolvimento de toda a sequência de atividades de compõe a UEPS e os objetivos a serem alcançados.

2.3 Abordagem Qualitativa

Apesar das críticas e de ser uma abordagem muito utilizada em métodos antropológicos desde o século passado, recentemente a abordagem qualitativa tem sido muito utilizada em trabalhos envolvendo pesquisa educacional.

Para entender um pouco melhor a abordagem qualitativa, podemos contrastá-la com a tradicional abordagem quantitativa como faz Firestone, citado por Moreira (2011e, p. 42):

A pesquisa quantitativa está baseada em uma filosofia positivista que supõe a existência de fatos sociais com uma realidade objetiva independente das crenças dos indivíduos, enquanto que a qualitativa tem raízes em um paradigma segundo o qual a realidade é socialmente construída [...] A pesquisa quantitativa procura explicar as causas de mudanças em fatos sociais, primordialmente através de medição objetiva e análise quantitativa, enquanto a qualitativa se preocupa mais com a compreensão do fenômeno social, segundo a perspectiva dos atores, através de participação na vida desses atores [...] A pesquisa quantitativa tipicamente emprega delineamentos experimentais ou correlacionais para reduzir erros, vieses e outros ruídos que impedem a clara percepção dos fatos sociais, enquanto o protótipo do estudo qualitativo é a etnografia [...] o pesquisador quantitativo ideal é despreendido para evitar viés, enquanto o pesquisador qualitativo fica 'imerso' no fenômeno de interesse. (FIRESTONE, 1987, pp.19-20).

A abordagem metodológica que escolhemos para este trabalho pode ser considerada como qualitativa, pois o professor-pesquisador acha-se imerso no universo pesquisado, além disso, grande parte dos dados foram coletados mediante questões abertas, entrevistas e diário do professor. A análise desses dados foi feita principalmente de maneira qualitativa, utilizando para isso, o

método da Análise de Conteúdo. Buscamos também, analisar nesse trabalho o próprio processo de ensino-aprendizagem, com o objetivo de aprimorá-lo.

Bogdan e Biklen (1994) indicam para a pesquisa qualitativa as seguintes características: A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave; A pesquisa qualitativa é descritiva; Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto; Os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente. O significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa.

Assim, acreditamos que o processo ensino-aprendizagem é uma atividade que envolve a integração de pensamentos, sentimentos e ações dos sujeitos envolvidos e que o processo é muito mais importante que o resultado final, sendo fundamental para entender melhor esse processo o conhecer e analisar os significados envolvidos.

2.4 O Contexto do Estudo

Este trabalho consiste num relato dos resultados do desenvolvimento, aplicação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o fenômeno das marés para um grupo de estudantes da primeira série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Ewerton Montenegro Guimarães”.

A EEEFM “Ewerton Montenegro Guimarães”, localizada no bairro Nova Bethania, região limítrofe entre os municípios de Viana e Cariacica, ES, possui, como recursos humanos, um total de 47 professores, onde 08 desses possuem cargo efetivo, enquanto outros 39 professores desenvolvem seu trabalho em regime de designação temporária. Esses professores atendem a 731 estudantes, 166 matriculados nos anos finais do ensino fundamental e quatrocentos e sessenta e sete 467 matriculados no ensino médio. Esses estudantes estão divididos em 10 classes e um total de 232 no turno matutino, 10 classes e um total de 261 no turno vespertino e sete 07 classes e um total de 238 no turno noturno. Para servir a comunidade escolar, a escola possui

uma infraestrutura de 10 salas de aula, 01 laboratório de informática, 01 laboratório de Ciências (que não conta com um técnico de laboratório), 01 biblioteca (que não conta com bibliotecário) e uma quadra coberta.

2.5 Os Sujeitos

Foram sujeitos da aplicação da UEPS um grupo de 21 estudantes da primeira série do Ensino Médio, do turno matutino, com idades entre 15 e 18 anos. A composição do grupo era de 16 estudantes do sexo feminino e 5 do sexo masculino. Os estudantes residiam na mesma região onde está localizada a escola. Todos os estudantes cursaram o Ensino Fundamental em escolas públicas municipais ou estaduais.

2.6 O Delineamento do Trabalho

Utilizamos nesse trabalho uma abordagem qualitativa, com características de uma pesquisa qualitativa com observação participante, visto que nosso objeto de estudo foi o processo em que estávamos envolvidos.

A investigação sobre a aplicabilidade de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o fenômeno das marés no Ensino Médio, e também de possíveis indícios de aprendizagem significativa desse tema, foi realizada com a utilização de alguns instrumentos de coleta de dados aplicados ao longo da implementação dessa UEPS.

Para a coleta de dados utilizamos desenhos, questionários com questões abertas, observações em um diário de implementação e uma entrevista coletiva informal e semiestruturada.

A análise de dados foi feita em grande parte utilizando o método da análise conteúdos e as discussões dos resultados foram realizadas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa.

3 A UEPS

3.1 Desenvolvimento e aplicação da Sequência Didática

O desenvolvimento e aplicação da sequência didática foram fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (2003), nas orientações para elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), propostas por Marco Antônio Moreira (2011d), e em resultados de pesquisas na área da Educação em Astronomia, como a recomendação de utilização de modelos tridimensionais para o ensino sobre as fases da Lua.

A seguir descrevemos os objetivos que nortearam a elaboração, aplicação e avaliação da UEPS.

3.1.1 Objetivo Geral

O principal objetivo, tanto no desenvolvimento quanto na aplicação da UEPS, foi o de potencialmente facilitar uma aprendizagem significativa acerca do fenômeno das marés, ou seja, um entendimento do que seria este fenômeno e uma aprendizagem dos conceitos físicos e astronômicos básicos envolvidos na sua descrição e explicação, de acordo com a visão científica.

Além desse objetivo geral conceitual, de uma aprendizagem de conteúdos, o desenvolvimento e aplicação da UEPS tiveram como objetivo geral de natureza atitudinal, promover momentos e ambientes que propiciassem aos estudantes da primeira série do Ensino Médio uma experiência de aprendizagem não passiva, em que os mesmos pudessem expressar livremente suas concepções iniciais e construíssem seus conhecimentos a partir de uma reflexão e crítica destas concepções, efetuando eventuais revisões e mudanças nas mesmas, mediante diferenciação progressiva e reconciliação integradora, no sentido de torná-las mais próximas das concepções científicas.

3.1.2 Objetivos Específicos

Levantar o conhecimento prévio dos estudantes a respeito do fenômeno das marés, suas possíveis causas e relações com fenômenos astronômicos;

Propiciar aos estudantes momentos, interações, materiais, abordagens e estratégias que possibilitem uma aprendizagem significativa;

Verificar possíveis indícios de aprendizagem significativa de conteúdos e conceitos, tais como: configuração e movimentos no sistema Sol-Terra-Lua, fases da Lua, força gravitacional e força diferencial.

Observar e avaliar as atitudes dos estudantes frente a uma abordagem não tradicional;

Interpretar sentimentos, atitudes, falas, intenções e seus significados no processo de ensino-aprendizagem, buscando indícios de ocorrência, ou não, de uma aprendizagem significativa e elementos que sirvam para um aprimoramento da UEPS.

3.1.3 A intervenção em sala de aula

Nessa seção, para possibilitar uma noção do processo de implementação como um todo, apresentamos de forma geral as atividades desenvolvidas em sala de aula e enumeramos as etapas da UEPS. Nas próximas seções detalharemos cada uma das etapas desenvolvidas.

Antes da intervenção em sala de aula, realizamos o planejamento da pesquisa em campo e estabelecemos as estratégias e os recursos que seriam utilizados no desenvolvimento deste estudo.

Toda intervenção realizada em sala de aula, ocorreu em torno da UEPS sobre o fenômeno das marés para o Ensino Médio, que é composta de oito etapas, e foram aplicadas na seguinte sequência:

- I. Apresentação da proposta de trabalho aos estudantes;
- II. Produção de desenhos do sistema Sol-Terra-Lua e seus possíveis movimentos;
- III. Situação problema, utilizada como Organizador Prévio;
- IV. Introdução aos conceitos e conteúdos formais sobre marés e Astronomia;

- V. Aprofundamento dos conteúdos de Gravitação e atividade prática sobre fases da Lua;
- VI. Simulador das marés e fechamento da UEPS;
- VII. Avaliação da aprendizagem;
- VIII. Entrevista coletiva e avaliação da UEPS.

Apresentamos no quadro 3.1 o cronograma das atividades desenvolvidas em cada etapa da UEPS, além dos objetivos e conteúdos abordados.

Quadro 3.1 – Síntese da intervenção em sala de aula.

Etapa	Atividades Desenvolvidas	Objetivos	Conteúdos Abordados
I.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da proposta do trabalho pesquisa. • Apresentação da UEPS. • Entrega do Termo de livre consentimento e esclarecido 	Apresentar os objetivos a serem alcançados e a metodologia que será utilizada.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A metodologia da UEPS e a Teoria da Aprendizagem Significativa.
II.	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de desenhos representando o sistema Sol-Terra-Lua por parte dos estudantes, incluindo indicações de possíveis movimentos relativos entre os astros. • Primeira aplicação do questionário de pesquisa. 	Levantamento das concepções iniciais dos estudantes.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Configuração do sistema Sol-Terra-Lua; ✓ O fenômeno das marés; ✓ As fases da Lua; ✓ Grandezas diretamente e inversamente proporcionais; ✓ Força gravitacional;

<p>III.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de um vídeo com uma reportagem sobre os problemas causados pela maré na praia de Ponta da Fruta em Vila Velha e algumas explicações sobre esse fenômeno pelo professor Sérgio Bisch, disponível em: http://g1.globo.com/espirito-santo/estv-2edicao/videos/v/avanco-da-mare-destroi-a-orla-e-afasta-turistas-em-ponta-da-frutas/4442211/ ; • Discussão do vídeo no grande grupo com a mediação do professor; • Apresentação, em slides, de uma sequência de imagens de uma mesma praia em dois momentos diferentes, um com a maré baixa e outro com a maré alta e em seguida uma imagem contendo os dois momentos juntos. • Questionamento provocativo: Como explicar, utilizando conceitos físicos, a elevação e abaixamento do nível do mar em diferentes horas do dia? 	<p>Organizadores prévios do conhecimento e problematização do tema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maré alta e maré baixa; ✓ Alinhamento dos astros no sistema Sol-Terra-Lua; ✓ Astros responsáveis pelo fenômeno das marés; ✓ A relação entre o maior efeito de maré e a distância entre a Terra e a Lua; ✓ Mudanças climáticas e a relação com os níveis do mar;
-------------	---	---	---

<p>IV.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura do texto: O FENÔMENO DAS MARÉS E A CIDADE DE PARATY, extraído do site http://www.paraty.tur.br/mares/ • Discussão no grande grupo sobre conceitos físicos, astronômicos e curiosidades presentes no texto. • Apresentação, em slides, de imagens da Cidade de Paraty-RJ em uma aula expositiva e dialogada com retomada das questões levantadas na discussão após a leitura do texto sobre as marés em Paraty. • Questionamento provocativo: Quantas marés observaram em um dia de 24h? Com explicar esse número? • Entrega de dois capítulos do texto Leituras de Física (versão preliminar), de autoria do GREEF, para leitura em casa. Os capítulo 30-A Terra e a Lua e o capítulo 31-A gravidade da gravidade, podem ser encontrados em http://www.if.usp.br/gref/mec/mec4.pdf 	<p>Introduzir os conceitos, e fenômenos relacionados aos efeitos de maré e a configuração do sistema Sol-Terra-Lua, utilizando uma linguagem menos formal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O conceito de maré; ✓ Os responsáveis por esse fenômeno; ✓ Influência do Sol e da Lua; ✓ Forma dos Bojos de Maré; ✓ As marés de sizígia ✓ As marés de quadratura ✓ Fases da Lua; ✓ As marés meteorológicas e as Tábuas das Marés; ✓ Período de oscilação das marés;
------------	---	--	---

<p>V.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Releitura, em conjunto, dos dois textos que foram entregues na semana anterior para uma primeira leitura em casa. • Discussão no grande grupo sobre as fases da lua e a relação com as marés e do conceito de campo gravitacional de Newton. • Realização de uma atividade prática em grupo. Denominamos essa atividade de simulação das fases da Lua utilizando o próprio corpo. • Discussão em grupos de três estudantes sobre as questões levantadas na com a leitura dos textos e a realização da atividade prática. 	<p>Aprofundar conceitos e fenômenos físicos e astronômicos, utilizando uma abordagem um pouco mais formal e mais próxima da linguagem técnica da ciência.</p> <p>Promover a percepção espacial e a noção dinâmica dos movimentos envolvidos no sistema Sol-Terra-Lua</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Leis de Kepler; ✓ Campo gravitacional; ✓ A formação das marés; ✓ Sincronismo nos movimentos rotação e translação da Lua; ✓ Eclipses;
<p>VI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retomada da discussão feita em pequenos grupos de alunos e oportunidade de apresentação das conclusões ao grande grupo. • Apresentação, em slides, das diferentes modelos de sistema solar, das leis de Kepler, da lei da Gravitação Universal e das fases da Lua, com oportunidade de intervenção durante a apresentação. • Reapresentação da lei da Gravitação Universal e apresentação da força diferencial em quadro de forma dialogada, buscando responder as questões levantadas nas discussões em aulas anteriores. • Apresentação do simulador computacional dos bojos de maré e da influência do Sol e da Lua nas marés, que pode ser encontrado em: http://gruposputnik.com . 	<p>Continuidade do processo de diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos e fenômenos abordados em etapas anteriores.</p> <p>Abordagem dos conteúdos para apresentação de novos significados, em um formato integrador, com uso de uma ferramenta computacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fases da Lua; ✓ As marés de sizígia; ✓ As marés de quadratura; ✓ Influência do Sol e da Lua; ✓ Forma dos Bojos de Maré; ✓ Período de oscilação das marés; ✓ Leis de Kepler; ✓ Lei da Gravitação Universal;

	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura de um texto no livro didático sobre a aproximação do cometa Shoemaker-Levy do planeta Júpiter 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Forças diferenciais; ✓ Forças de marés em outros astros;
VII.	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da aprendizagem de conteúdos por meio de anotações em um diário de implementação das observações realizadas em todas as atividades propostas na UEPS e pela Análise de Conteúdo realizada nas duas aplicações do questionário de pesquisa. • Segunda produção de desenhos representando o sistema Sol-Terra-Lua por parte dos estudantes, incluindo indicações de possíveis movimentos relativos entre os astros. • Segunda aplicação do questionário de pesquisa. 	<p>Buscar indícios de aprendizagem significativa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Todos os conceitos anteriores.
VIII.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista coletiva semiestruturada: Quais as questões básicas? • Avaliação da UEPS: 	<p>Avaliação da UEPS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Metodologia de aplicação e atividades propostas na UEPS.

3.1.4 Apresentação da proposta de trabalho aos estudantes

Com a finalidade de incitar uma participação dos estudantes, informar e despertar o interesse dos estudantes pelo assunto foi feita uma apresentação em slides da proposta de trabalho e dos objetivos a serem alcançados. O destaque para a importância de que os objetivos educacionais sejam conhecidos por todos os envolvidos no processo é dado por Zabala ao falar sobre sequência didática:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998).

A apresentação, produzida em slides, ocorreu em um formato estruturado e com sequência lógica, mas sempre oportunizando a participação dos estudantes, tanto com perguntas quanto com sugestões. Os estudantes foram informados da importância de suas participações para melhoria na qualidade do ensino de Física. Foram informados também de que durante o desenvolvimento do trabalho responderiam a algumas questões e produziram alguns desenhos livres, mas que não havia respostas corretas ou respostas erradas, nem desenhos corretos ou errados, o importante seria responder e desenvolver as atividades com sinceridade e com maior clareza possível em suas explicações nas questões e nos desenhos, que a assiduidade era importante e que o trabalho e as aulas provavelmente seriam diferentes do que estavam acostumados. As atividades diversificadas propostas na UEPS teriam a finalidade de facilitar a aprendizagem significativa do tema abordado. Os alunos tiveram a oportunidade de perguntar sobre o trabalho de pesquisa e das atividades propostas para a UEPS, tirando dúvidas durante a apresentação e ao final. Esta atividade teve duração de 1 aula de 55 minutos.

Na oportunidade foi entregue a cada estudante um termo de livre consentimento e esclarecido (em anexo no Apêndice A) para participação no trabalho de pesquisa a ser devolvido. Esse termo seria devolvido com a assinatura dos pais ou responsáveis na semana seguinte.

3.1.5 Produção dos desenhos do sistema Sol-Terra-Lua

Com a finalidade de conhecer as concepções espontâneas ou conhecimentos prévios dos estudantes acerca de do sistema Sol-Terra-Lua, pedimos aos estudantes que desenhasse a Lua o Sol e a Terra, apresentando suas formas, tamanhos relativos, órbitas e possíveis movimentos. Para não influenciar ou mesmo dificultar a compreensão, não foi utilizado o nome “Sistema Sol-Terra-Lua”. Os estudantes recebem uma folha em branco para desenhar e foram informados que não havia necessidade de

olhar o desenho colega, pois não havia desenho certo ou errado, o que professor precisava era conhecer a ideia que eles tinham, naquele momento, sobre a configuração desse sistema. Essa atividade teve duração de 1 aula de 55 minutos e ocorreu logo após a apresentação do trabalho de pesquisa e da proposta de UEPS.

3.1.6 Situação-problema e Organizador Prévio

Para produzirmos um levantamento formal das concepções iniciais dos estudantes, antes de iniciarmos aplicação dos organizadores prévios, realizamos a primeira aplicação do questionário de pesquisa em sala de aula.

Com a finalidade de funcionar como organizador prévio, propusemos uma problematização sobre o fenômeno das marés em Ponta da Fruta, Vila Velha-ES, onde após uma reportagem sobre os problemas causados pelas marés, em uma breve entrevista, o professor Sérgio Mascarello Bisch apresenta algumas explicações sobre esse fenômeno. Após a apresentação do vídeo, levantamos uma discussão no grande grupo, com a finalidade de conhecer as concepções dos estudantes sobre o tema e provocar algumas dúvidas, nesse momento, não apresentamos ainda respostas prontas.

Os organizadores prévios, conforme recomenda Ausubel, são materiais introdutórios que devem ser apresentados antes do assunto a ser aprendido, funcionando como ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deve saber.

Em seguida, apresentamos duas imagens de um mesmo lugar em momentos diferentes, uma com a maré alta e outra com a maré baixa, e também, as duas imagens juntas, para que os estudantes pudessem visualizar e comparar as diferenças entre os níveis das marés, iniciando assim, a organização dos conhecimentos.

Esses momentos despertaram a curiosidade nos estudantes sobre o assunto e possibilitaram uma discussão entre os estudantes com a coordenação e participação do professor.

3.1.7 *Introdução aos conteúdos formais de Astronomia e marés*

Nessa etapa apresentamos os seguintes conceitos e fenômenos:

- O conceito de maré e os responsáveis por esse fenômeno;
- Os responsáveis por esse fenômeno;
- A relação de influência sobre as massas na Terra, considerando a distância entre a Terra o Sol e a Lua e também o tamanho do Sol e da Lua;
- A forma da deformação na parte líquida, ou seja, os bojos de maré que ocorrem em partes diametralmente opostas na Terra;
- As marés de sizígia e de quadratura e suas relações com as principais fases da Lua e com as posições relativas dos astros no sistema Sol-Terra-Lua;
- As marés meteorológicas e as Tábuas das Marés;
- Período de oscilação das marés;

Para uma primeira abordagem desses conceitos e fenômenos, buscando tornar o assunto ainda mais interessante e concreto, utilizamos um texto impresso, extraído do site <http://www.paraty.tur.br/mares/>, e apresentado no corpo da UEPS (Apêndice D), que foi entregue ao estudante para leitura, e anotações de dúvidas no caderno e grifos no texto. Esse texto contendo também algumas imagens da ocorrência do fenômeno das marés na Cidade de Paraty-RJ apresenta um formato descontraído e agradável à leitura (menos formal e técnica), sem grandes prejuízos ao rigor científico.

Após a leitura individual realizada pelos estudantes, levantamos uma discussão, por meio de questão provocativa, com o grande grupo sobre o texto, as curiosidades, conceitos e fenômenos físicos e astronômicos apresentados. Observamos grande dificuldade de abstração com relação à espacialidade envolvida no fenômeno, principalmente na questão das posições relativas do sistema Sol-Terra-Lua e a relação dos bojos de marés com as principais fases da Lua.

Para tentar facilitar a superação dessas dificuldades, desenhamos esquemas do sistema Sol-Terra-Lua representando no plano do quadro as principais fases da Lua e as posições relativas dos astros do sistema. Essa

tentativa, por ser um primeiro contato e por suas limitações próprias (representação de fenômeno tridimensional no plano), não se mostrou totalmente esclarecedora, provocando muitas dúvidas e curiosidades nos estudantes, nesse momento, ressaltamos a necessidade de uma abordagem que pudesse promover a percepção e visualização espacial do sistema.

Em seguida, em uma aula expositiva e dialogada, apresentamos em slides algumas imagens da Cidade de Paraty-RJ, que serviram como motivação para retomarmos as questões levantadas na discussão após a leitura do texto sobre as marés em Paraty.

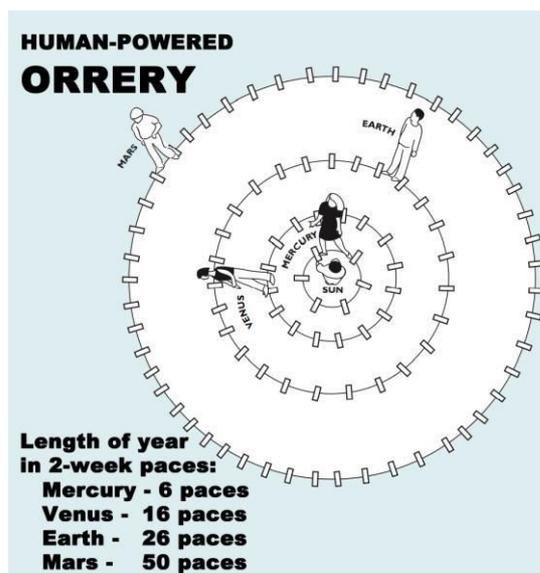
Ao final entregamos dois textos impressos, que foram produzidos pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), que abordam principalmente as fases da Lua e o campo gravitacional. Esses textos fazem parte da obra intitulada “Leituras de Física” (versão preliminar de junho de 1998) e trata-se especificamente do capítulo 30, que tem por título “A Lua e a Terra” e do capítulo 32, que tem por título “A gravidade da gravidade”, que podem ser encontrados em <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/mec4.pdf>. Os textos foram entregues antecipadamente para que os alunos pudessem fazer a leitura em casa, antes da próxima aula, prevista para a semana seguinte. Essas atividades tiveram a duração de 2 aulas de 55 minutos.

3.1.8 Atividade prática sobre fases da Lua e Gravitação Universal

Uma semana após a entrega dos textos “A Lua e a Terra” e “A gravidade da gravidade”, que fazem parte do material elaborado pelo GREF, retomamos a leitura desse material, de maneira que cada estudante, alternadamente, fazia a leitura de parte do texto em voz alta enquanto os outros acompanhavam em leitura silenciosa. Durante a leitura em voz alta do estudante, o professor observava a necessidade de fazer alguma interferência, com a finalidade de tornar mais claro o trecho lido. Depois disso os estudantes se reuniram em pequenos grupos para discussão sobre as fases da Lua, o conceito de campo gravitacional, relação do campo gravitacional da Lua e do Sol e a configuração desse sistema com as marés. Após a discussão em pequenos grupos os estudantes puderam apresentar suas inferências ao grande grupo.

Em seguida, relembremos das dificuldades enfrentadas, com relação a questões espaciais relacionadas ao sistema Sol-Terra-Lua, em discussão na semana anterior sobre a configuração desse sistema e as fases da Lua, juntamente com a forma dos bojos de marés. Isso motivou os alunos a participarem de uma atividade prática, semelhante à proposta por Lebofsky et al. (2013), para simular as fases da Lua. Nessa atividade, que apresenta um formato teatral, utilizamos partes do nosso próprio corpo para representar a Terra e a Lua, e para representar o Sol utilizamos uma janela da sala de aula. Elaboramos essa atividade tendo por base o **Human-Powered Orrery**, em uma tradução livre, seria “Planetário Humano”, que pode se encontrado em <http://kepler.nasa.gov/files/mws/HumanOrrerySSSmsGEMS.pdf>. Trata-se de uma atividade de simulação dos movimentos dos planetas do sistema solar, em que é utilizado o próprio corpo dos participantes para representar os planetas e Sol. Nessa atividade é possível, além de simular os movimentos dos planetas, visualizar a dimensão espacial e simular a dimensão temporal envolvida na dinâmica do sistema. Um esquema representativo do planetário humano, usado para modelar o movimento dos planetas interiores do Sistema Solar (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) é apresentado na figura 4.1.

Figura 3.1 - Representação esquemática do planetário humano.

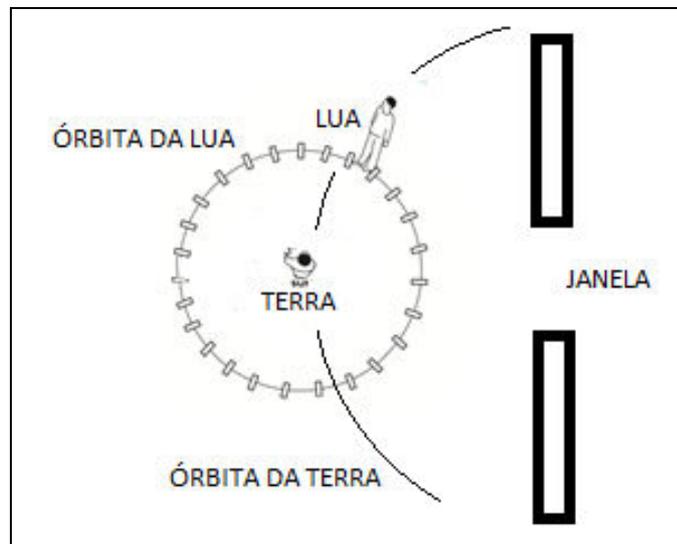


Fonte: (KEPLER.NASA, acesso em 20 fev. 2014)

Na atividade que elaboramos, os objetivos principais foram simular as fases da Lua e promover a percepção espacial e dinâmica dos movimentos envolvidos no sistema Sol-Terra-Lua.

Em uma abordagem teatral, utilizamos as cabeças dos participantes representando a Terra e a Lua, uma janela da sala de aula serviu para representar o Sol conforme representado na figura 4.2.

Figura 4.2 - Representação esquemática do simulador de fases da Lua.



Inicialmente, sem considerar o movimento de translação da Terra, devido as limitações de espaço, iniciamos a atividade com a cabeça do estudante que estava representando a Terra com a nuca voltada para a janela e os olhos voltados para a Lua, representando um alinhamento Sol-Terra-Lua. O professor pergunta para os estudantes que fase da Lua um observador que estaria no horizonte representado pelos olhos de quem está fazendo o papel de Terra observaria. Em seguida, o estudante que representa a Lua se desloca em $\frac{1}{4}$ de volta em sua órbita, enquanto o que representa a Terra executa 7 voltas em torno de si mesmo, e com os olhos voltados para o estudante que representa a Lua, após as 7 revoluções, o professor pergunta para o grande grupo, qual seria a fase da Lua para o observador na Terra. Esse processo se repete até simular as 4 principais fases da Lua. É importante notar que os olhos de quem representa a Terra deve ser considerado como o horizonte de um observador na Terra, e a parte iluminada do rosto de quem representa a Lua é o que representa a fase vista por esse observador. Inicialmente os estudantes apresentam certa dificuldades por não conhecerem os movimentos e por estar realizando a atividade pela primeira vez, mas com um pequeno auxílio e participação do professor, rapidamente percebem a dinâmica dos movimentos envolvidos e demonstraram muita satisfação em realizar a atividade e em construir os conhecimentos de forma autônoma, todos queriam participar

ativamente da atividade e responder aos questionamentos do professor. Foi possível perceber o alto grau de envolvimento dos estudantes nessa atividade

3.1.9 Simulador de marés e fechamento da UEPS

Inicialmente, dividimos a turma em pequenos grupos para discutirem sobre as questões levantadas na sala de aula com a leitura dos textos e a realização da atividade prática na semana anterior. Em seguida, levantamos a discussão com o grande grupo e oportunizamos aos estudantes apresentarem as conclusões elaboradas pelos pequenos grupos. Grande parte dos alunos se mostraram acanhados em expor as conclusões do grupo.

Na sala de vídeo, de forma expositiva e em slides, apresentamos os modelos de sistema solar, as leis de Kepler, a lei da Gravitação Universal e as fases da Lua, com oportunidade de intervenção dos estudantes durante a apresentação. Utilizamos bastante imagens e pouco texto, com o intuito de despertar a imaginação e curiosidade dos estudantes, porém notamos que a maioria dos estudantes ficaram entediados e fizeram poucas intervenções durante a apresentação. Essas atividades tiveram a duração de duas aulas.

Na semana seguinte, apresentamos aos estudantes os conteúdos de Gravitação e forças diferenciais, de forma expositiva e com auxílio do quadro, retomando durante a apresentação, algumas questões levantadas em aulas anteriores, desenhamos no plano do quadro, na tentativa de dar uma visão tridimensional do fenômeno, alguns esquemas representando a forma dos bojos de marés relacionando-os com as forças diferenciais. Os estudantes apresentaram muita dificuldade de compreensão, principalmente na parte matemática, apesar de a matemática desenvolvida não ser complicada, como pode ser observado na página 122 do material de apoio ao professor em anexo no final do trabalho, mas fizeram muitas intervenções, demonstrando uma maior participação nesse tipo de exposição.

Em uma nova abordagem, logo após a exposição em sala de aula, apresentamos, um simulador computacional dos bojos de marés, produzido pelo do Grupo de Astronomia Sputnik, que pode ser encontrado em http://gruposputnik.com/Paginas_com_Flash/Tidal%20Bulge%20Simulation.htm, onde é

possível observar a influência da Lua separadamente da influência do Sol e em conjunto, a influência de rotação da Terra, as marés de sizígia e de quadratura e os períodos das marés. Com essa atividade, nossa intenção foi além de promover uma reconciliação integradora dos conceitos envolvidos, possibilitar aos estudantes uma visão dinâmica do fenômeno das marés. Observamos uma boa participação dos estudantes com intervenções e considerações durante a apresentação da atividade de simulação dos bojos de marés. Ao final dessa atividade, deixamos, como atividade para casa, a leitura de um texto no livro didático adotado pela escola, Física - Contexto e Aplicações, vol. 1, dos autores Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, sobre a aproximação do cometa Shoemaker-Levy do planeta Júpiter. Essas atividades foram desenvolvidas em duas aulas.

3.1.10 Avaliação da aprendizagem

Para avaliar a aprendizagem, a proposta inicial seria a de considerar uma avaliação escrita individual com questões de alguma maneira já validadas, como por exemplo as questões de alguns vestibulares, ENEM e OBA, além da prova escrita, observações de todas as atividades realizadas em sala de aula, inclusive a atividade prática de fases da lua utilizando o próprio corpo. Essa proposta inicial não se concretizou devido a alguns contratempos com atividades externas, propostas pela unidade escolar, que não estavam previstas em calendário e que não tiveram uma divulgação prévia para que professor pudesse ter conhecimento e se organizar.

Com isso, optamos por não aplicar a avaliação escrita individual, pois o tempo previsto para o término do ano letivo, devido aos imprevistos ocorridos na unidade escolar, não possibilitava o desenvolvimento dessa atividade, que estava programada conforme calendário escolar estadual. Fizemos uma adaptação, trocando a proposta de avaliação escrita individual, que tinha a finalidade de obter indícios de aprendizagem significativa dos conteúdos, por meio de avaliação do desempenho dos estudantes, pelas observações feitas em todas as atividades desenvolvidas e o desempenho dos estudantes nas duas aplicações do questionário de pesquisa, além de comparar os desenhos

do sistema Sol-Terra-Lua produzidos, em dois momentos distintos, pelos estudantes. Essas observações, anotadas em um diário de implementação, o desempenho nas duas aplicações do questionário de pesquisa e a comparação dos desenhos do sistema Sol-Terra-Lua, foram analisados com a finalidade de captar evidências de aprendizagem significativa. A atividade de avaliação escrita individual teria a duração prevista de uma aula.

3.1.11 Entrevista coletiva e avaliação da UEPS

Para uma avaliação geral da UEPS, optamos por uma entrevista coletiva, com características de uma entrevista focalizada e parcialmente estruturada. Esse tipo de entrevista, entre outras, possuem as seguintes características:

Pode caracterizar-se como *informal*, quando se distingue da simples conversação apenas por ter como objetivo básico a coleta de dados. Pode ser *focalizada* quando, embora livre, enfoca tema bem específico, cabendo ao entrevistador esforçar-se para que o entrevistado retorne ao assunto após alguma digressão. Pode ser *parcialmente estruturada*, quando é guiada por relação de pontos de interesse que o entrevistador vai explorando ao longo de seu curso. Pode ser, enfim, *totalmente estruturada* quando se desenvolve a partir de relação fixa de perguntas. (GIL, 202, p. 117, grifo do autor).

A entrevista aconteceu em uma sala climatizada e sem muitas interferências. Na medida do possível, buscamos um ambiente sem muitas formalidades, em que os estudantes pudessem sentir-se confortáveis e à vontade para expressarem seus sentimentos, impressões e opiniões acerca dos conteúdos, da forma com que esses foram abordados e do que aprenderam no processo. A transcrição de algumas falas dos estudantes durante as duas entrevistas coletivas podem ser encontrada no apêndice E deste trabalho.

3.2 Diário de campo

Em uma pesquisa qualitativa, é importante descrever a realidade como é observada, e para isso, é fundamental o uso de uma ferramenta de registro de todas as atividades desenvolvidas ao longo do trabalho, bem como as ações e emoções dos estudantes no cotidiano do processo de formação.

Num sentido *restrito*, podemos entender as anotações de campo, por um lado, como todas as observações e reflexões que realizamos sobre expressões verbais e ações dos sujeitos, descrevendo-as, primeiro, e fazendo comentários críticos, em seguida, sobre as mesmas (TRIVIÑOS, 1987, p. 154).

Nesta seção, apresentamos um relato pessoal das observações realizadas durante o processo de implementação da UEPS em sala de aula, acompanhados de reflexões sobre o método, especulações e possíveis explicações de situações confusas. Cada encontro tinha duração de 110 minutos, composto de duas aulas seguidas de 55 minutos cada.

Encontro 1:

Na primeira aula, apresentei a proposta do trabalho de pesquisa aos estudantes, falei da importância da participação e empenho deles nesse trabalho, para a melhoria da qualidade do ensino. Os estudantes receberam com empolgação e curiosidade e demonstraram boa predisposição em participar. Falei um pouco da metodologia de abordagem utilizada na UEPS e um pouco do que é a Aprendizagem Significativa. Tomei o cuidado de não dar muitos detalhes sobre os conteúdos que seriam abordados para não influenciar no levantamento das concepções iniciais, do qual eles não sabiam que seriam submetidos. Ao final, entregamos o Termo de Livre Consentimento e Esclarecido, para que os responsáveis pudessem assinar, autorizando a participação no trabalho.

Encontro 2:

Na semana seguinte, recolhi os Termos de Livre Consentimento e Esclarecido assinados pelos responsáveis e iniciei o trabalho. A primeira atividade aplicada foi a produção dos desenhos livres, representando o sistema Sol-Terra-Lua pelos estudantes. Nessa atividade foi possível perceber que os estudantes não tinham noção de como era esse sistema, muitas perguntas

básica como, qual dos astros é o maior, qual fica no centro e o que eu vou desenhar. Respondi apenas que era pra desenhar o que imaginavam sobre isso. Em seguida, aplicamos um questionário contendo oito questões dicotômicas e abertas. A grande maioria dos estudantes disse que não sabiam nada e queriam dicas, disse que o mais importante não era saber a resposta certa, mas sim, ser o mais sincero e claro possível. Alguns perguntavam curiosos, ao entregar o questionário, se iria aprender tudo aquilo e eu respondia que dependeria muito deles também.

Encontro 3:

Nesse encontro, apresentei um vídeo com uma reportagem sobre os problemas causados pela maré na praia de Ponta da Fruta em Vila Velha e algumas explicações sobre esse fenômeno, dadas pelo professor Sérgio Bisch. Os estudantes pareciam admirados com as informações e explicações na reportagem, pareciam nunca ter ouvido falar sobre o assunto. A grande apresentou uma postura bem disciplinada também. Em seguida, iniciamos uma discussão, onde fiz alguns comentários e esclarecimentos e eles puderam fazer muitas perguntas e comentários também, alguns pareciam se concentrar mais nas questões ambientais que na explicação do fenômeno propriamente. Após algumas discussões, apresento aos estudantes uma sequência de imagens de uma mesma praia em dois momentos diferentes, um com a maré baixa e outro com a maré alta e mostro também, uma imagem contendo os dois momentos juntos, para que possam comparar. Noto que os estudantes ficaram impressionados e curiosos. Levanto novamente uma discussão com um questionamento provocativo: Como explicar, utilizando os conceitos da Física e da Astronomia, a elevação e abaixamento do nível do mar em diferentes horas do dia? A grande maioria dos alunos não demonstra a mínima ideia de como explicar esse fenômeno, mas apresenta em todas essas atividades muito interesse e participação.

Encontro 4:

Iniciamos esse encontro com a leitura individual do texto, O fenômeno das marés e a cidade de Paraty, trata-se de um texto jornalístico com uma linguagem fácil e com uma boa abordagem, do ponto de vista das Ciências,

desse fenômeno. Os estudantes pareciam encantados, principalmente quando apresentei as imagens por meio de slides com projetor, pois os textos foram impressos em preto e branco. No momento da apresentação das imagens, fiz vários comentários, complementações e questionamentos, tais como: Quantas marés são possíveis observar em um dia de 24h? Como podemos explicar esse número? Os estudantes fizeram várias sugestões e hipóteses para tentar explicar e perguntaram também, qual seria a explicação correta, mas naquele momento dei apenas indícios, sem explicar totalmente, para que eles pudessem pensar um pouco mais sobre, em fim, realizamos um bom momento de discussão. Ao final, entreguei dois textos produzidos pelo GREF, que abordavam a Terra e a Lua em um e no outro a gravidade. No corpo da UEPS tem os detalhes sobre esses textos e onde podem ser encontrados.

Encontro 5:

Ao iniciar esse encontro perguntando sobre quem tinha lido os textos, poucos estudantes se manifestaram e poucos estavam com o texto em mãos, providenciei mais cópias e realizamos uma leitura em conjunto. Verifiquei também que alguns estudantes se recusavam a ler em voz alta e outros apresentavam dificuldades de leitura. Concluímos a leitura e realizamos uma pequena explanação sobre o conceito de campo gravitacional e uma discussão no grande grupo, porém sem muita empolgação ou curiosidades como apresentado em outras atividades. Em seguida realizamos a atividade de simulação de fases da Lua utilizando o próprio corpo, cuja descrição é apresentada na seção 4.6.8 da dissertação e também no corpo da UEPS (Apêndice D). Os estudantes demonstraram empenho e prazer em realizar a atividade, pareciam estar se divertindo e foi possível perceber descobertas no desenrolar da atividade, pelas expressões faciais e considerações dos estudantes. Acredito que foi a atividade que mais gostaram e que também mais puderam aprender, talvez pouco, mas o que aprenderam pareceu ser significativo. Para finalizar, pedi aos estudantes que formassem pequenos grupos de até três componentes e realizassem uma pequena discussão sobre as questões levantadas com a leitura dos textos e a realização da atividade prática. Observamos novamente, pouco empenho nessa última atividade e pouca prática com leitura, pois a grande maioria não tinha feito a leitura e não

demonstravam facilidade com a leitura em voz alta. Por isso, deixei como atividade para casa, a leitura de um texto que aborda a ocorrência do fenômeno das marés, de uma seção intitulada “O triunfo da Gravitação Universal” no livro didático adotado pela escola.

Encontro 6:

Nesse encontro, começo retomando alguns pontos do encontro anterior que deveriam ter sido abordados nas discussões em pequenos grupos, em seguida oportuneizei a apresentação das conclusões apuradas nos pequenos grupos para o grande grupo. Os estudantes se mostraram resistentes e inseguros, por isso não ocorreu nenhuma apresentação. Achei melhor não forçar a barra e tentei despertar o interesse da turma com a apresentação das Leis de Kepler, da Lei da Gravitação Universal e as fases da Lua. Os estudantes apresentaram grande apatia nessa atividade, perguntaram pouco e muitos estavam desatentos durante a apresentação, melhorando esse quadro apenas na parte em que abordei as fases da Lua, onde foi possível notar uma maior participação e interesse. Após a apresentação, perguntei sobre o livro didático e apenas dois estudantes estavam com o livro, impossibilitando a retomada do texto sobre as marés, que não foi lido pela maioria em casa. Por isso, novamente indiquei uma leitura do livro didático para casa, dessa vez o texto era sobre a aproximação do cometa Shoemaker-Levy do planeta Júpiter.

Encontro 7:

Nesse encontro, retomo a Lei da Gravitação Universal e apresento a força diferencial que é responsável pelo bojo de marés em aula expositiva dialogada com auxílio do quadro. Observo uma maior participação que na apresentação em slides sobre a Gravitação e Leis de Kepler, é possível perceber pelas perguntas, declarações e pela fisionomia dos estudantes, uma grande dificuldade na compreensão de conceitos quantitativos ou relacionados à Matemática. Para possibilitar uma melhor visão e compreensão da dinâmica do sistema Sol-Terra-Lua e das marés, apresentei aos estudantes um simulador de bojo de marés. Essa atividade foi bem aceita pelos estudantes, que demonstraram interesse e participaram com perguntas e intervenções.

É importante observar ainda, que a segunda aplicação do questionário, e dos desenhos livres para representar o sistema Sol-Terra-Lua, foi deixada para outro encontro, para não influenciar nos resultados. Além disso, é necessário alertar que, apesar de parecer que todos os encontros ocorreram em uma sequência exata, como no relato acima, isso não é verdade, pois várias situações não previstas em calendário impossibilitaram alguns encontros de ocorrerem nas datas planejadas, atrapalhando o bom andamento da sequência de atividades e possivelmente o rendimento dos estudantes.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

4.1 A Análise de conteúdos

Para interpretar os significados e intenções, tanto nos questionários com questões abertas como nas entrevistas, bem como nos desenhos confeccionados pelos estudantes, utilizamos os procedimentos e técnicas de análise de conteúdos, que Bardin descreve da seguinte forma:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo, das mensagens. [...] a intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção ou, eventualmente, de recepção, inferência esta que recorre a indicadores, quantitativos ou não. (BARDIN, 2006, p. 38).

Utilizando a Análise de Conteúdos em uma entrevista, em um texto ou em documentos podemos levantar “indicadores” quantitativos ou qualitativos que nos possibilitem fazer “inferências de conhecimentos”, ou “deduções lógicas” que, além de evidenciar em que condições ocorreram a produção, podem também responder a questões de causalidade desses enunciados: “o que é que conduziu a um determinado enunciado?” e “quais as consequências que um determinado enunciado vai provavelmente provocar?” (BARDIN, 2006, p. 39).

Para conceber e aplicar o processo de Análise de Conteúdo com foco em análise de dados qualitativos, Moraes (1999) apresenta um conjunto de passos:

1 – Preparação das informações:

Uma vez de posse das informações a serem analisadas, é preciso em primeiro lugar submetê-las a um processo de preparação. Este consiste em:

1.1 – Identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas.

1.2 – Iniciar o processo de codificação dos materiais estabelecendo um código que possibilite identificar rapidamente cada elemento da amostra de depoimentos ou documentos a serem analisados.

2 – Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades:

Uma vez devidamente preparados, os dados serão submetidos ao processo de “unitarização”. Isso consiste no seguinte:

2.1 – Rer ler cuidadosamente os materiais com a finalidade de definir a unidade de análise. [...] a unidade de análise é o elemento unitário de conteúdo a ser submetido posteriormente à classificação.

2.2 – Rer ler todos os materiais e identificar neles as unidades de análise. Ao assim proceder-se codifica-se cada unidade, estabelecendo-se códigos adicionais, associados ao sistema de codificação já elaborado anteriormente.

2.3 – Isolar cada uma das unidades de análise.

2.4 – Definir as unidades de contexto.

Uma vez identificadas e codificadas todas as unidades de análise, o analista de conteúdo estará pronto para envolver-se com a categorização.

3 – Categorização ou classificação das unidades em categorias:

A categorização é um procedimento de agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles. Classifica-se por semelhança ou analogia, segundo critérios previamente estabelecidos ou definidos no processo.

4 – Descrição:

A quarta etapa do processo de análise de conteúdo é a descrição. Uma vez definidas as categorias e identificado o material constituinte de cada uma delas, é preciso comunicar o resultado deste trabalho. A descrição é o primeiro momento desta comunicação.

5 – Interpretação:

Uma boa análise de conteúdo não deve limitar-se à descrição. É importante que procure ir além, atingir uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens através da inferência e interpretação (MORAES, 1999, p. 5-9).

Dentre esses passos, Moraes (1999) destaca a categorização, descrição e interpretação como etapas essenciais desta metodologia de análise. Essas três etapas também foram consideradas, primordialmente por Bardin (1977), como pilares essenciais nos trabalhos com Análise de Conteúdo, porém com outros nomes, e são explicadas por Triviños (1987) e resumidos da seguinte forma:

- *A pré-análise*: organização do material obtido por meio da coleta de dados, bem como outros materiais que podem ajudar a entender o fenômeno e fixar o “corpus da investigação”, ou seja, a especificação do campo que o pesquisador deve centrar suas atenções;

- *A descrição analítica*: o material reunido constitui o “corpus da investigação”, sendo orientado em princípio pelas hipóteses e pelo referencial teórico, surgindo nessa fase “quadros de referências” onde se busca sínteses coincidentes e divergentes de ideias.

- *A inferência e interpretação*: esta etapa é destinada ao tratamento dos resultados; ocorre nela a condensação e o destaque das informações para análise, culminando nas interpretações inferenciais; é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica.

O método da Análise de Conteúdo pode ser aplicado tanto em uma abordagem quantitativa como em uma abordagem qualitativa. Quando aplicado em uma abordagem qualitativa, que é o caso desse trabalho, favorece a flexibilidade da análise dos dados. Apesar de está sujeito a uma dimensão subjetiva, esse enfoque deve reunir algumas condições para que seus resultados sejam considerados de valor científico, porém sem a intenção de generalizá-los para todos os casos.

Os resultados que serão aqui apresentados foram analisados procurando respeitar alguns critérios como a coerência, a consistência, a originalidade e a objetivação, que são critérios internos de verdade e a subjetividade, que é o critério externo, conforme Triviños (1987), para que esse trabalho pudesse apresentar contribuições científicas para ampliar o conhecimento da área de investigação sobre Ensino de Ciências.

4.2 Metodologia e forma de análise dos dados

Para analisar os dados coletados por meio de questionários, utilizamos os procedimentos e técnicas da Análise de Conteúdo. O mesmo questionário foi aplicado em dois momentos diferentes do desenvolvimento do trabalho,

antes e depois da aplicação da UEPS. Categorizamos todas as respostas dos estudantes nos dois momentos e comparamos as frequências

Dos 21 estudantes que participaram da UEPS, 3 estiveram ausentes no dia em que o questionário foi aplicado no início (Questionário Inicial) e outros 3 também estiveram ausentes no dia em que o mesmo questionário foi respondido ao final da UEPS (Questionário Final). Portanto, um total de 18 estudantes responderam ao questionário antes e depois.

Para confirmar os resultados obtidos por meio da análise dos questionários, utilizamos as observações anotadas em um diário de campo reflexivo, constituído ao longo de todas as atividades propostas e o registro em vídeo de duas entrevistas coletivas realizadas ao final da UEPS. O objetivo principal dessas entrevistas foi o de conhecer e registrar a avaliação que os estudantes fizeram da proposta de UEPS e de sua própria aprendizagem.

4.3 Análise e apresentação dos resultados do questionário

Nesta seção, apresentamos em detalhes a análise e os resultados de cada uma das questões do questionário que foi aplicado em dois momentos distintos do trabalho: antes da aplicação da UEPS e após a aplicação. Esses dois momentos tiveram, respectivamente, a finalidade de levantar as concepções alternativas, ou conhecimentos prévios, do estudante e de comparar as respostas dadas por cada estudante em cada questão nos dois momentos.

4.3.1 Análise da questão 1

Questão 1:

Você conhece ou já ouviu falar sobre o fenômeno de marés?

() Não.

() Sim. Neste caso, diga:

Como é este fenômeno?

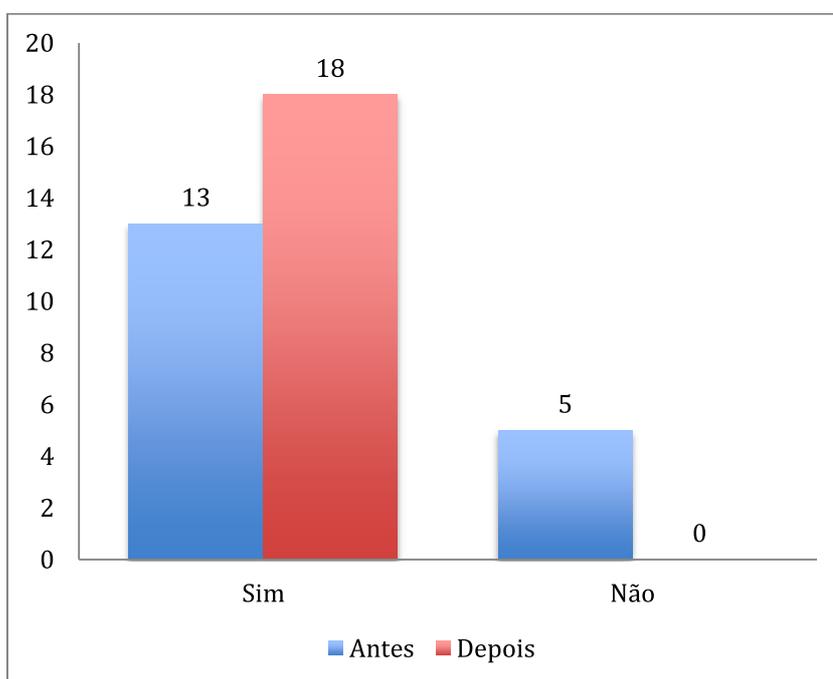
Onde ele ocorre?

Quando ele ocorre?

Objetivo: verificar se o estudante conhece o fenômeno das marés e o quanto ele conhece sobre este fenômeno.

As respostas dadas à opção inicial “Sim” ou “Não” estão representadas no Gráfico 4.1.

Gráfico 4.1 - Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 1, antes e depois da aplicação da UEPS.



De acordo com o gráfico, é possível perceber que, inicialmente, cinco estudantes optaram pelo “Não”, ou seja, deram a entender que não conheciam, nem tinham ouvido falar sobre o fenômeno das marés. O que é um tanto surpreendente, já que são moradores da Grande Vitória, uma região litorânea. Isso parece evidenciar uma carência e distanciamento desses estudantes quanto à observação de fenômenos naturais que ocorrem no ambiente ao seu redor e, talvez, uma falha no Ensino de Ciências pelo qual passaram, possivelmente muito livresco e sem incentivo à observação da natureza.

Por outro lado, como era de se esperar, depois da UEPS todos responderam “Sim”, ou seja, já tinham algum conhecimento ou, ao menos, já tinham ouvido falar sobre o fenômeno das marés.

A seguir analisaremos as respostas dadas aos demais itens da questão, que foram, ao menos parcialmente, respondidos pelos que optaram pelo “Sim”: treze estudantes no questionário inicial, dezoito no final.

Como é este fenômeno?

Ao compararmos as principais categorias de respostas a esse item, antes e depois, e respectivas frequências, apresentadas no Quadro 4.1 e Gráfico 4.2, a primeira constatação é a de que, inicialmente, os estudantes tinham pouquíssima noção acerca de algumas das principais características do fenômeno das marés, como a de que ele é um fenômeno associado aos astros, que envolve uma sucessão de marés altas e baixas e é resultado de uma ação da gravidade da Lua e do Sol sobre a Terra.

Quadro 4.1 - Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre como é o fenômeno das marés, feita na Questão 1.

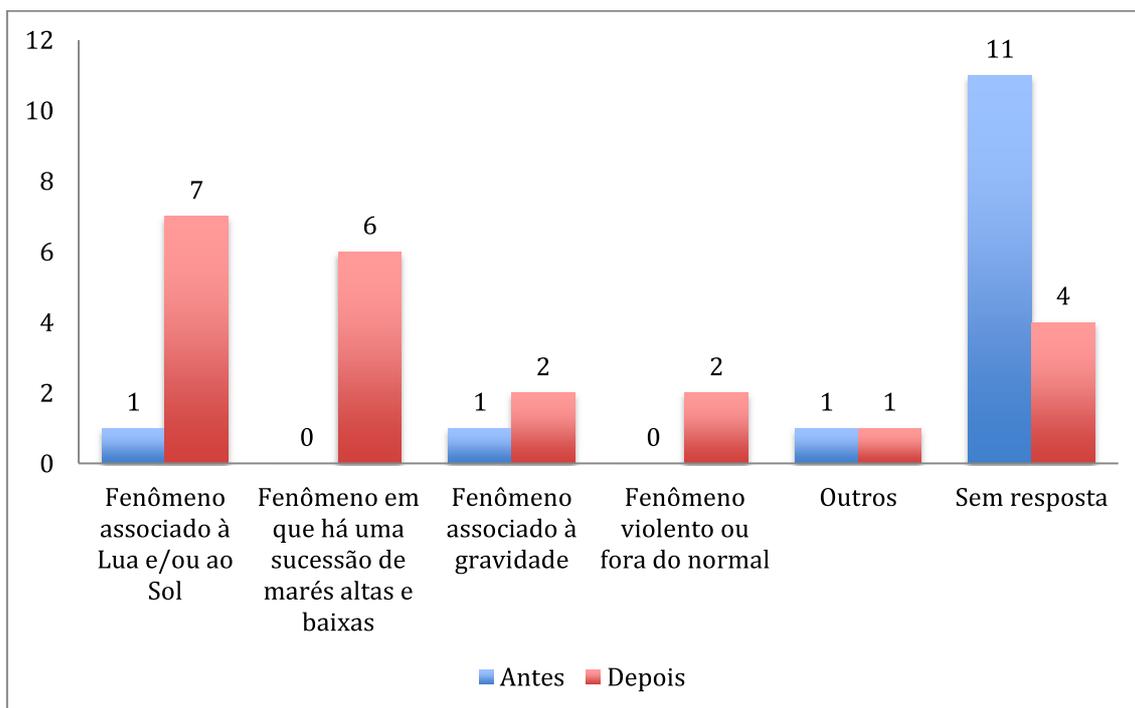
Categorias de respostas	Frequência das respostas	
	Antes	Depois
Fenômeno associado aos astros (Lua e/ou Sol)	1	7
Fenômeno em que há uma sucessão de marés altas e baixas	0	6
Fenômeno associado à gravidade	1	2
Fenômeno violento ou fora do normal	0	2
Outros	1	1
Sem resposta	11	4

Dos treze estudantes que responderam “Sim”, onze deixaram este item sem resposta no questionário inicial, afirmando que já tinham ouvido falar do fenômeno, mas não sabiam explicar como ele é. Apenas um único fez alguma referência aos astros e à gravidade, mesmo assim de maneira um tanto vaga:

E01 antes: “Já ouvi falar, mas não sei como explicar direito, acho que por causa da gravidade ou alguma coisa a ver com o sol.”

As respostas a este item evidenciam, portanto, que era quase nulo o conhecimento inicial dos estudantes com relação às principais características do fenômeno das marés.

Gráfico 4.2 - Frequências nas principais categorias de respostas à pergunta sobre como é o fenômeno das marés, feita na Questão 1.



Obs.: a soma das frequências nas categorias pode ser maior que o total de estudantes respondentes, porque algumas respostas contêm trechos que fazem com que elas se enquadrem em mais de uma categoria.

O Gráfico 4.2 mostra que houve uma grande mudança e avanço nas concepções iniciais dos estudantes quanto a esse aspecto: no questionário final apenas quatro estudantes deixaram de responder a este item e vários demonstraram ter, ao menos, alguma noção acerca de algumas das principais características do fenômeno: sete estudantes fizeram alguma associação entre as marés e os astros (a Lua e/ou o Sol), seis citaram que elas são um fenômeno que envolve uma sucessão de marés altas e baixas e dois indicaram

que elas são associadas à ação da gravidade. Algumas dessas respostas foram:

E07 depois: *“A lua e sol exercem gravidade sobre a maré fazendo com que ocorra marés altas e baixas.”*

E11 depois: *“ele ocorre pela gravidade da lua sobre a terra”*

E15 depois: *“É o fenômeno que determina 4 marés por dia (2 mais intensas e 2 menos intensas) devido a influencia da lua.”*

Curiosamente, no questionário final houve dois estudantes que formularam respostas indicando que o fenômeno das marés seria um fenômeno violento ou fora do normal, como no caso do estudante abaixo:

E03 depois: *“É o mar muito forte, que esta violento”*

Noção que deve ter tido como origem o vídeo sobre os efeitos desastrosos produzidos pela maré na localidade de Ponta de Fruta, ES, apresentado durante a UEPS, que parece ter sido marcante para eles. Por outro lado isso também aponta para a necessidade de ser reforçar, durante a UEPS, a noção de que as marés são um fenômeno normal, diário, e que apenas excepcionalmente, em algumas ocasiões e locais específicos, produzem efeitos desastrosos.

A pergunta seguinte da Questão 1 foi:

Onde ele [o fenômeno das marés] ocorre?

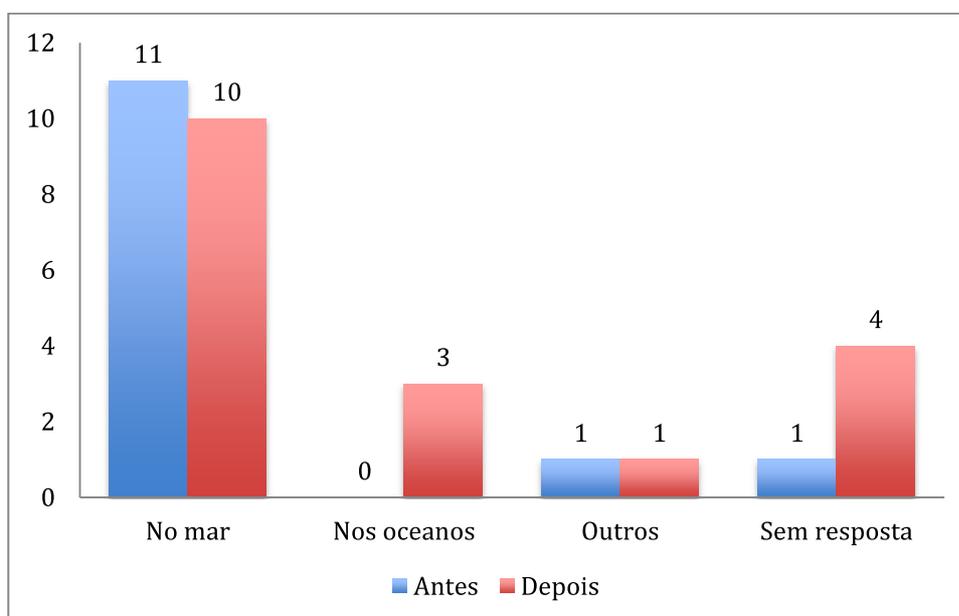
Os principais tipos de respostas a este item são apresentados no Quadro 4.2 e Gráfico 4.3, a seguir.

Quadro 4.2 - Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre onde ocorre o fenômeno das marés, feita na Questão 1.

Categorias de respostas	Frequência das respostas	
	Antes	Depois
No mar	11	10
Nos oceanos	0	3
Outros	1	1
Sem resposta	1	4

É possível perceber que, neste item, não houve muita mudança entre o “antes” e o “depois”. Desde o início a maioria respondeu que o fenômeno ocorre no mar. Apenas percebe-se, no questionário final, que alguns se referem aos oceanos, em vez de ao mar, possivelmente evidenciando uma noção mais global com relação ao fenômeno, como algo que acontece nos oceanos da Terra. Também é digno de nota que, ao final, quatro estudantes ainda deixaram de dar resposta ao item, que parece denotar pouca aprendizagem por parte deles sobre o fenômeno, ao deixarem de responder a algo tão básico sobre o fenômeno.

Gráfico 4.3 - Frequência das respostas dos estudantes à pergunta sobre onde ocorre o fenômeno das marés, feita na Questão 1.



A última pergunta feita na Questão 1 foi:

Quando ele [o fenômeno das marés] ocorre?

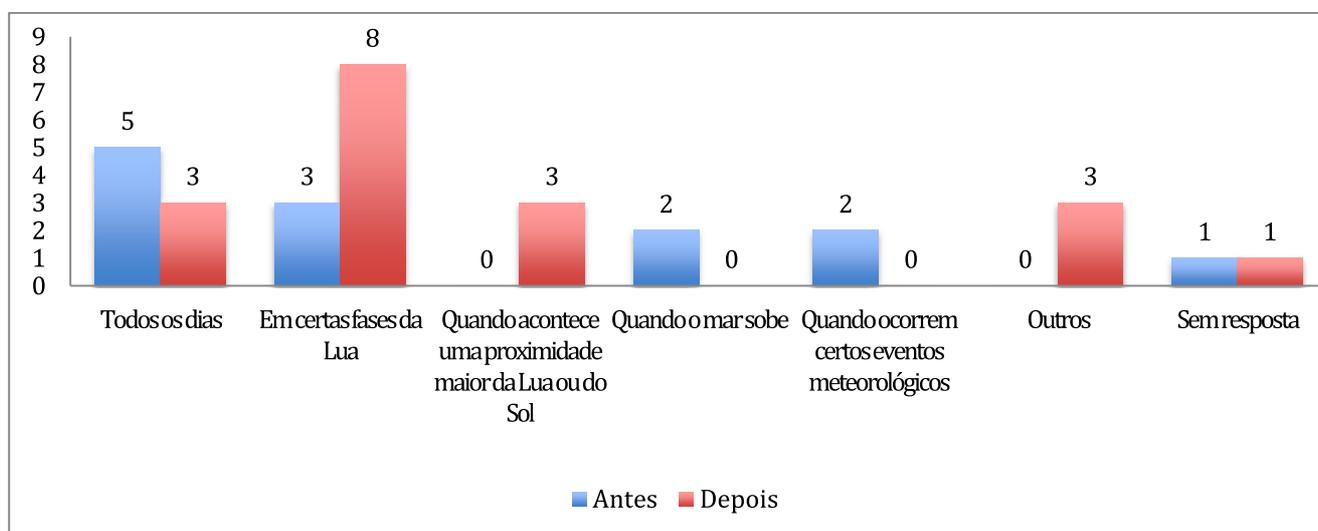
Esta pergunta gerou diversos tipos de respostas, as quais agrupamos nas categorias apresentadas no Quadro 4.3, com as respectivas frequências também apresentadas no Gráfico 4.4.

Quadro 4.3 - Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre quando ocorre o fenômeno das marés feita na Questão 1.

Categorias de respostas	Frequência das respostas	
	Antes	Depois
Todos os dias	5	3
Em determinadas fases da Lua	3	8
Quando acontece uma proximidade maior da Lua ou do Sol	0	3
Quando o mar sobe	2	0
Quando ocorrem certos eventos meteorológicos	2	0
Outros	0	3
Sem resposta	1	1

Uma diferença importante que é possível perceber entre as respostas iniciais e finais foi, em primeiro lugar, uma maior relação estabelecida entre as marés e as fases da Lua, bem como acerca de uma influência da Lua e do Sol sobre as marés, só que, por meio do que parecem ser algumas concepções alternativas geradas em alguns estudantes, de que as marés ocorrem quando acontece uma maior aproximação da Lua ou do Sol, ou de que elas só acontecem em determinadas fases da Lua, o que não é correto.

Gráfico 4.4 - Frequência das respostas dos estudantes à pergunta sobre quando ocorre o fenômeno das marés, feita na Questão 1.



Em segundo lugar, se percebe que algumas respostas e concepções ingênuas demonstradas no início não aparecem mais nas respostas finais, tais como a de que o fenômeno ocorre “quando a maré sobe” ou de que ele se acha associado a alguns eventos meteorológicos, como é respondido pelos seguintes estudantes que responderam, inicialmente que as marés ocorrem:

E03 antes: “*Em dias de chuva*”.

E10 antes: “*Quando o tempo muda e as marés ficam cheias*”

A análise das três perguntas envolvidas na Questão 1, respondidas, quase integralmente, pelos estudantes que indicaram a opção “Sim” no início da questão, parece indicar que, no início, o conhecimento dos estudantes sobre as marés era muito escasso e ingênuo, parecendo se reduzir à noção de que elas ocorriam no mar, sem conseguir descrever suas principais características ou relacioná-las a Lua e ao Sol. Após a UEPS dá para notar um avanço nessas concepções e alguma aprendizagem, com diversos estudantes fazendo, por exemplo, uma associação entre o fenômeno das marés e a Lua e suas fases.

4.3.2 Análise da questão 2

Questão 2:

O que você acha que causa o fenômeno de marés?

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:

Objetivo da questão: verificar se o estudante sabe que as marés são produzidas pela ação gravitacional da Lua e do Sol sobre a Terra.

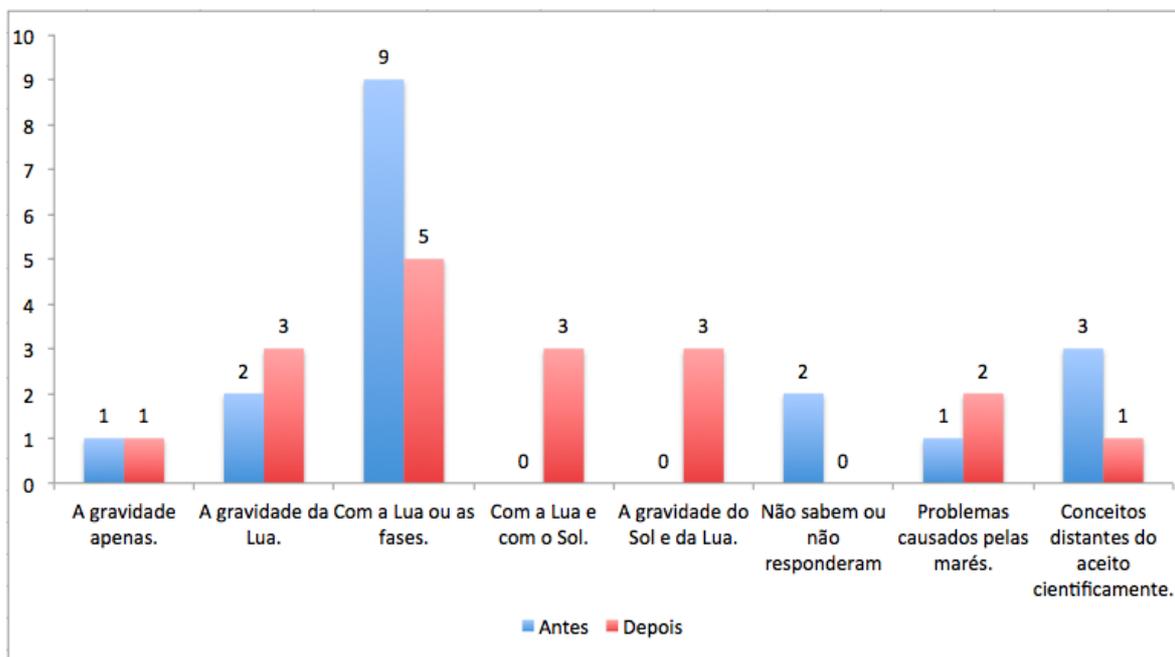
Uma categorização das respostas a essa questão é apresentada no Quadro 4.4 e no gráfico 4.5.

Quadro 4.4 - Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre a possível causa do fenômeno das marés feita na Questão 2.

Categorias de respostas	Frequência das respostas	
	Antes	Depois
Relacionam com a gravidade apenas.	1	1
Relacionam com a gravidade da Lua.	2	3
Relacionam com a Lua ou as fases da Lua.	9	5
Relacionam com a Lua e com o Sol.	0	3
Relacionam com gravidade do Sol e da Lua	0	3
Não sabem ou não responderam	2	0
Interpretaram como problemas são causados pelas marés.	1	2
Relacionaram com outros conceitos distantes do aceito cientificamente.	3	1

É possível perceber pelo quadro 4.4 e pelo Gráfico 4.5, que apenas três estudantes relacionavam o fenômeno das marés com a gravitação inicialmente, isso mostra que os estudantes tinham pouquíssima noção de que o fenômeno das marés é resultado de uma ação da gravidade da Lua e do Sol sobre a Terra, a grande maioria dos estudantes o relacionavam apenas à Lua e/ou às suas fases.

Gráfico 4.5 - Frequências nas principais categorias de respostas à pergunta sobre possível causa do fenômeno das marés, feita na Questão 2.



É possível perceber, por meio da análise do gráfico 4.5, que após o desenvolvimento do trabalho, três estudantes passaram a considerar como causa do fenômeno, a gravidade do Sol e gravidade da Lua. Esses estudantes responderam a essa questão da seguinte maneira:

E07 depois: *“A gravidade da lua e do Sol”*

E09 depois: *“A força de atração entre o Sol e a Lua.”*

E16 depois: *“As marés são causadas pela atração do Sol e da lua sobre as águas do mar”*

Outros três estudantes passam a relacionar a causa com o Sol e a Lua, diminuindo o número de estudantes que acreditavam estar relacionada apenas com as fases da Lua, assim como também os que apresentavam conceitos distantes do aceito cientificamente, como nas seguintes respostas:

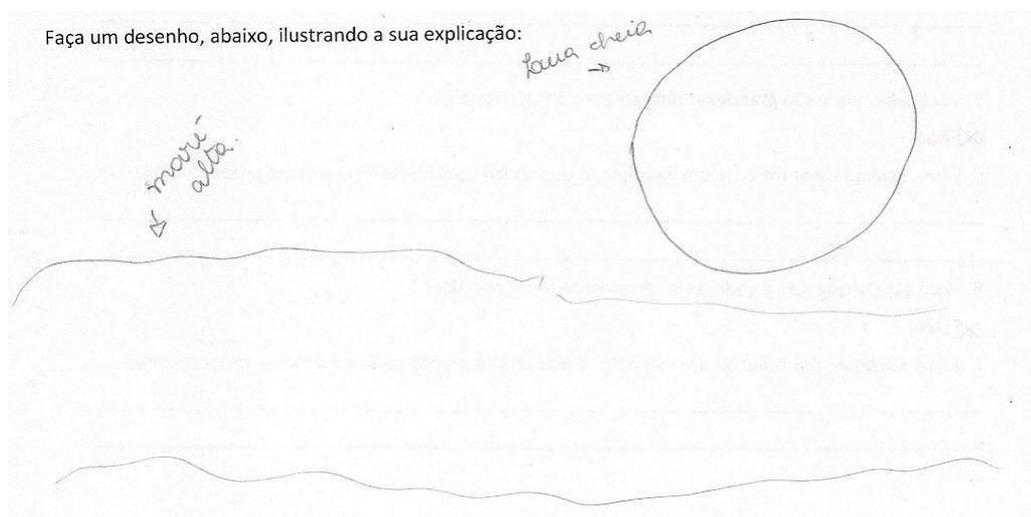
E10 antes: *“O mal tempo”*.

E13 antes: *“As tubulências da terra”*.

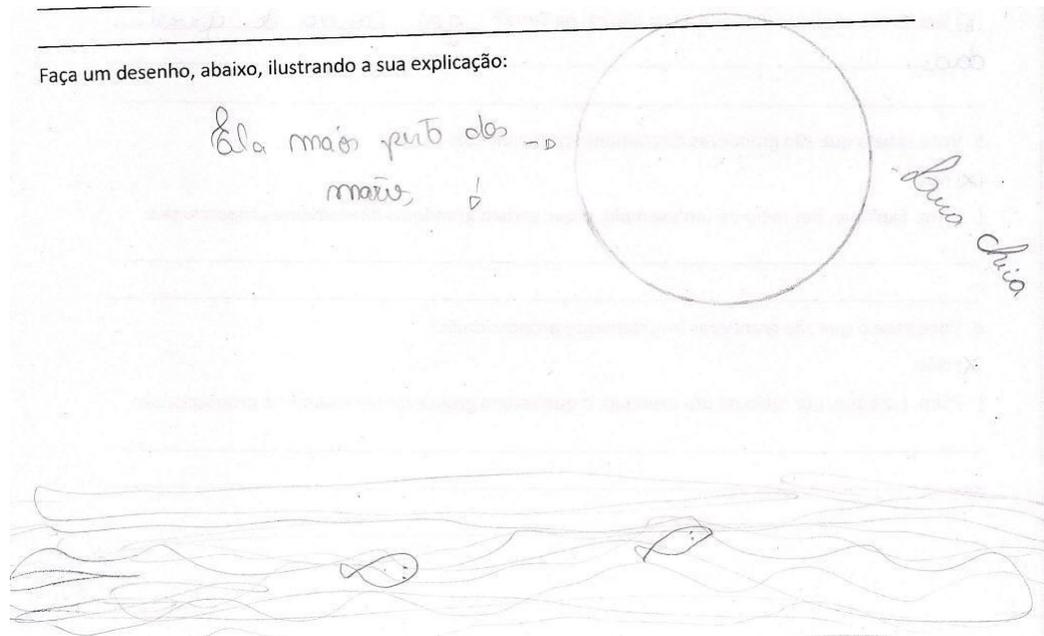
Parecendo relacionar com condições climáticas ou mesmo terremotos que, curiosamente na representação do desenho do estudante E13, ocorreriam em todo o planeta Terra, como se todo o planeta fosse de alguma maneira sacudido. Isso mostra que inicialmente os estudantes possuíam um conhecimento muito ingênuo a respeito do funcionamento da natureza.

Analisando os desenhos ilustrativos das explicações dos estudantes, é possível perceber que inicialmente as representações simplistas, quase infantis não explicavam quase nada, assim como a maioria das respostas. A grande maioria dos desenhos parecia relacionar a fase da Lua Cheia com a maré alta, com nas representações dos estudantes E02 e E05 a seguir:

E02 antes: “As fases da Lua”



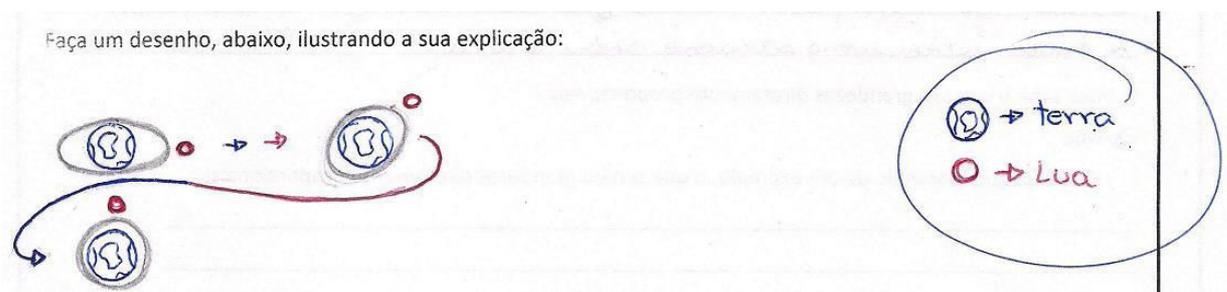
E05 antes: "A Lua"



Posteriormente é possível perceber que alguns dos estudantes já representam o bojo de maré, indicando, ao menos, conhecerem como é a forma da deformação que causa as marés, como nas ilustrações dos estudantes E01, E09 e E21 (com as fases representadas incorretamente):

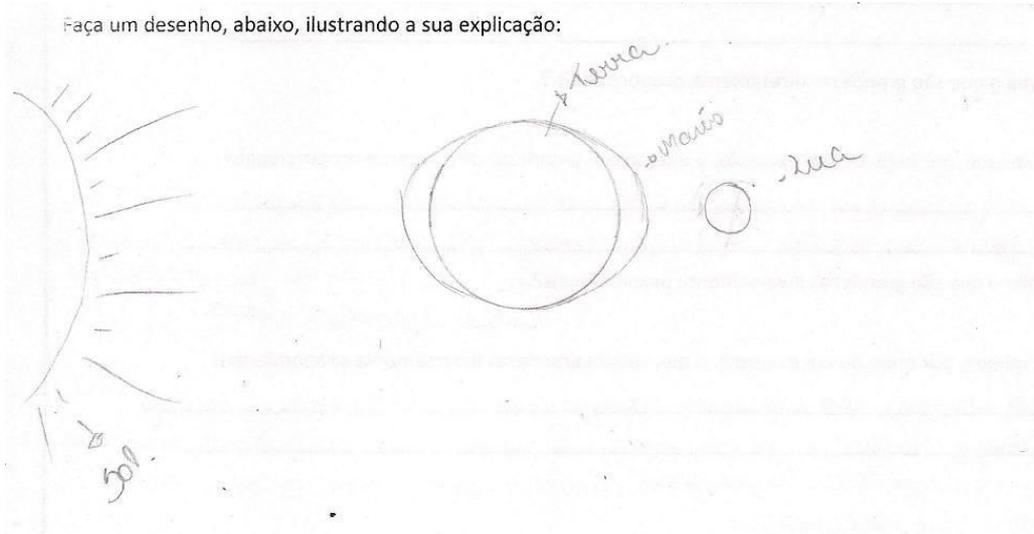
E01 depois:

"A lua e um pouco pelo sol."



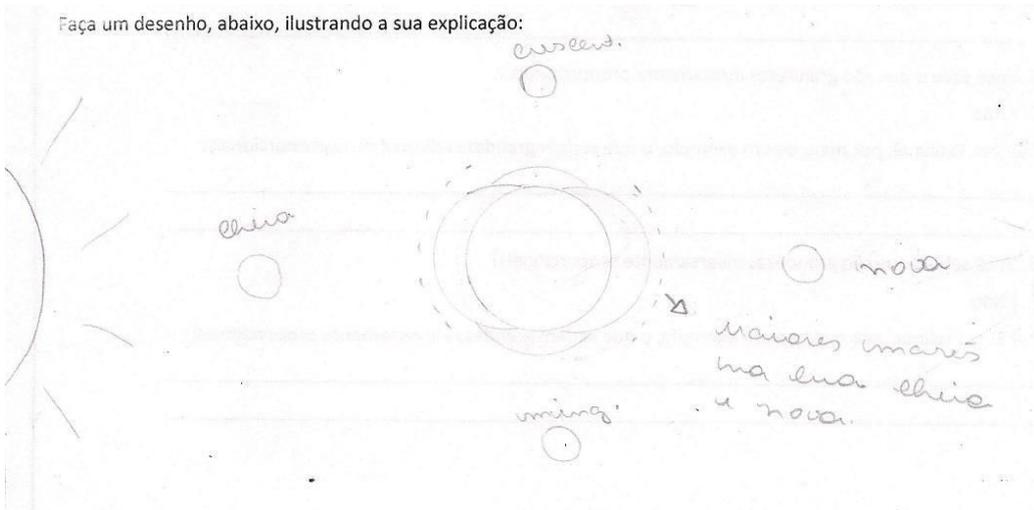
E09 depois: "A força de atração entre o Sol e a Lua".

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E21 depois: "A relação do sol a Terra e a lua".

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



Isso parece indicar a necessidade de reforçar na UEPS, que a força diferencial gravitacional é a causa dessa deformação.

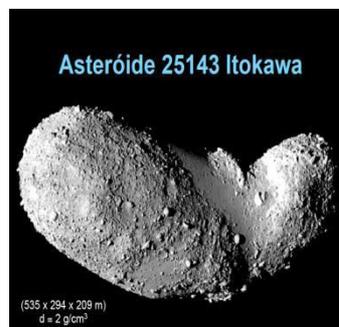
4.3.3 Análise da questão 3

Questão 3:

A primeira imagem abaixo é do planeta Terra visto do espaço e, a segunda, de um asteroide:



Terra vista do espaço.



Asteroide Itokawa.

Por que será que os planetas, como a Terra, são redondos, enquanto que os asteroides, como o Itokawa, têm formas irregulares? O que você acha?

Objetivo: verificar se o estudante sabe que a forma arredondada de alguns astros, como os planetas, está relacionada com sua massa e gravidade.

No quadro 4.5 e Gráfico 4.6, são apresentadas algumas possíveis categorias de respostas a essa questão e suas respectivas frequências.

Quadro 4.5 - Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre possível causa dos planetas serem redondos e um asteroide não, feita na Questão 3.

Categorias de respostas	Frequência das respostas	
	Antes	Depois
Por causa da quantidade de massa.	0	1
Por causa do tempo de formação.	0	1
Por causa da força gravitacional que o planeta possui e o asteroide não.	1	2
Por causa da gravidade.	0	4
Apresentam conceito equivocada.	0	1
Distantes do conceito científico.	7	5
Não sabem ou não responderam.	10	4

É possível notar, no Quadro 5.2.3.1 e Gráfico 5.2.3.1, que, inicialmente, a maior parte dos estudantes não sabia responder ou não respondia e, os que responderam, o fizeram utilizando concepções distantes do aceito cientificamente. Essas concepções alternativas são apresentadas nas seguintes respostas:

E04 antes: *“Pra min talvez a Terra é redonda e o Sol gira em torno dele e o ateroide não é vivo e não passa lua e nem sol”.*

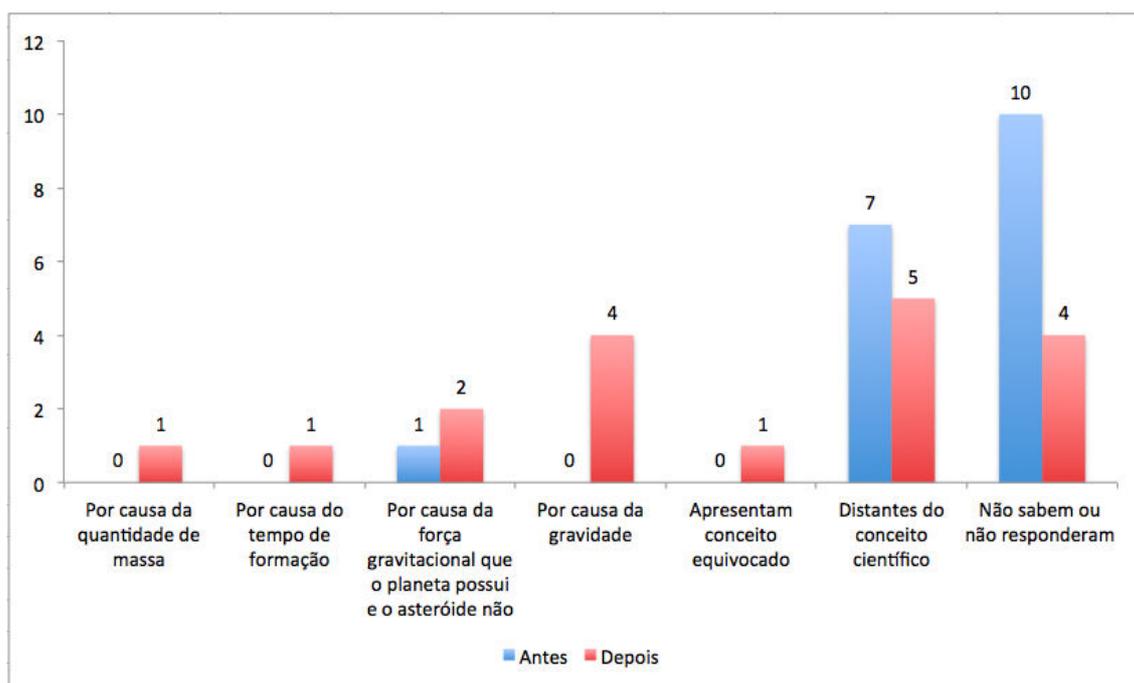
E10 antes: *“O planeta é redondo porque gira em torno do sol e da lua, o os asteroides tem forma desenformada”.*

E14 antes: *“Porque a Terra é um astro e o ateroide é um pedaço de pedra solto pelo espaço”.*

E18 antes: *“Por suas deformações e por estarem espostos ao espaço sem nenhuma camada de proteção e tambem por não terem um único eixo.”*

E19 antes: *“Eu acho que quando os asteroides Flutuam no espaço e vão batendo-se um contra o outro e ficam irregulares.”*

Gráfico 4.6 - Frequências nas principais categorias de respostas à pergunta sobre possível causa dos planetas serem redondos e os asteroides não, feita na Questão 3.



Pela comparação entre as frequências de respostas “Antes” e “Depois” apresentadas no Quadro 4.5 e Gráfico 4.6, é possível perceber uma diminuição na ausência de resposta e nas respostas que utilizam concepções alternativas e um aumento nas respostas que utilizam o conceito de gravidade ou força gravitacional, mas, ainda assim, no “Depois”, a maioria não evidenciou relacionar a forma arredondada com a gravidade e a massa, o que aponta para uma necessidade de a UEPS ser aprimorada no sentido de promover uma melhor aprendizagem dos conceitos físicos associados à Gravitação.

4.3.4 Análise da questão 4

Questão 4:

A Terra exerce uma força de atração sobre a Lua?

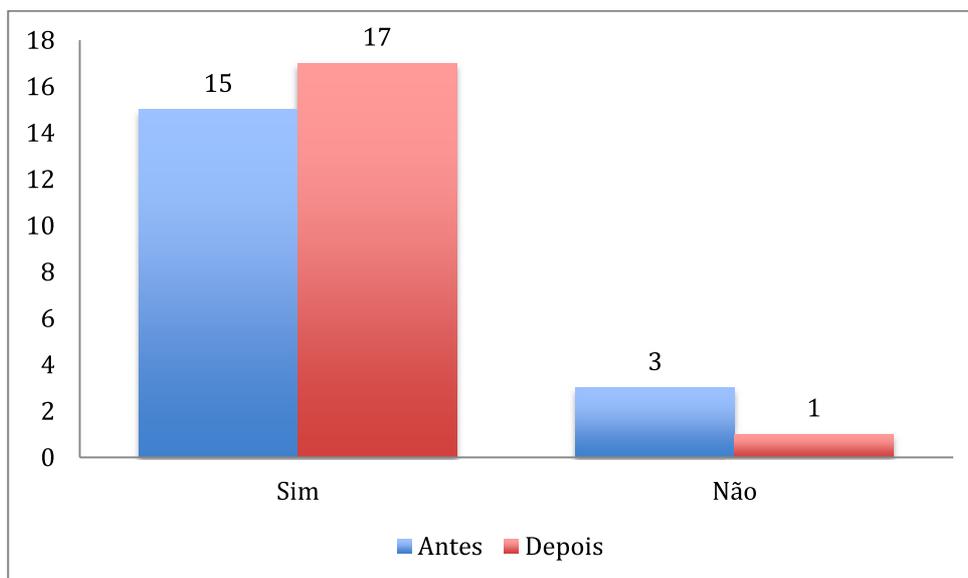
() Não

() Sim. Então explique: Por que a Lua não cai na Terra?

Objetivo da questão: verificar o conhecimento da atração gravitacional e a compreensão do movimento orbital.

Quanto à opção “Sim” ou “Não”, desde o início a maioria dos estudantes já evidenciava conceber que a Terra exerce atração sobre a Lua, respondendo “Sim”. Após a UEPS, essa opção se tornou praticamente unânime, com apenas um estudante respondendo “Não”. Conforme podemos observar no Gráfico 4.7.

Gráfico 4.7 - Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 4, antes e depois da aplicação da UEPS.

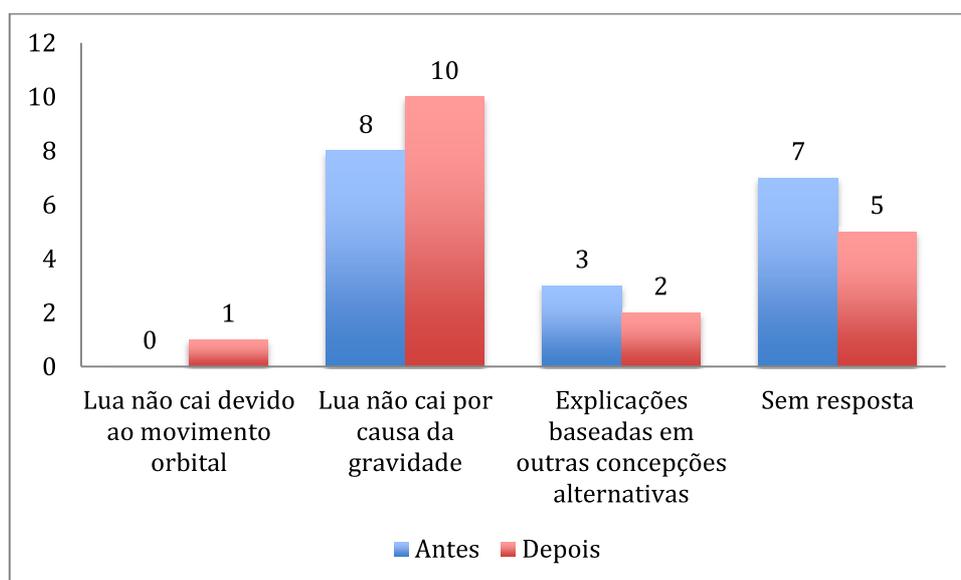


Uma categorização detalhada das respostas dos estudantes à pergunta subsequente à opção “Sim”, que pedia uma explicação sobre porquê a Lua não cai na Terra, é apresentada no Quadro 4.6. As frequências de cada uma das principais categorias de respostas é representada no Gráfico 4.8.

Quadro 4.6 - Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre porquê a Lua não cai na Terra, feita na Questão 4 do questionário inicial (antes) e final (depois).

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência das respostas nas subcategorias		Frequências das respostas nas categorias	
		Antes	Depois	Antes	Depois
Explicação consistente com o conhecimento científico	A Lua não cai por causa de sua velocidade, que a mantém em órbita	0	1	0	1
Explicações baseadas na concepção de que a Lua não cai devido à gravidade ou à força gravitacional	Por causa da “gravidade” (somente)	5	1	8	10
	Por causa da gravidade e da atmosfera	1	0		
	Por causa da gravidade e porque não tem ar	1	0		
	Por causa da gravidade do espaço	0	1		
	Por causa da gravidade ou da força de atrito sobre elas	0	1		
	Por causa da “força gravitacional” (somente)	1	5		
	Por causa da força gravitacional da Terra sobre a Lua e da Lua sobre a Terra	0	2		
Explicações baseadas em outras concepções alternativas	Porque Terra e Lua ficam distantes	1	0	3	2
	Porque a Lua ilumina a Terra	1	0		
	Porque há uma força que puxa para cima	1	0		
	Porque a Terra é um planeta	0	1		
	Porque no espaço não há oxigênio	0	1		
Sem resposta		7	5	7	5

Gráfico 4.8 - Frequência nas principais categorias de respostas dos estudantes à pergunta sobre porquê a Lua não cai na Terra, feita na Questão 4 do questionário.



O que é apresentado no Quadro 4.6 e Gráfico 4.8 evidencia um resultado bastante surpreendente e negativo, aparentemente mostrando, por um lado, que a UEPS não teve sucesso e necessita ser muito aperfeiçoada quanto a conseguir promover uma aprendizagem significativa sobre a natureza e ação da gravidade na interação entre astros, como a Terra e a Lua, e a dinâmica deste sistema, por outro lado, evidencia o quão resistentes e diversificadas são as concepções alternativas sobre estes fenômenos.

Antes da realização da UEPS era de se esperar o predomínio de explicações baseadas em concepções alternativas, mas, mesmo depois de realização da UEPS, houve apenas uma explicação consistente com o conhecimento científico, aliás, bastante precisa, expressa pelo estudante E16:

E16 depois: *“A força de atração gravitacional, do sistema lua-Terra, gera uma aceleração centrípeta que aponta para o centro da Terra. Existe uma velocidade responsável pela órbita da lua ao redor da Terra.”*

Porém ele foi o único a apresentar este tipo de explicação. Todos os demais continuaram utilizando concepções distantes das científicas, mesmo depois de sua participação na UEPS.

Em especial, chama muito a atenção o fato de que, após a UEPS, de maneira surpreendente, um número até maior de estudantes explicou o fato de

a Lua não cair na Terra como sendo uma consequência da ação da “gravidade” ou da “força gravitacional” (é possível perceber, nas respostas “depois”, um maior uso do termo “força”, possivelmente devido ao fato de ele ter sido muito utilizado durante as atividades de explicação das forças que produzem as marés), que parece resultar de uma concepção alternativa segunda a qual, no espaço, a gravidade faz os corpos “flutuarem”, como parecem sugerir as respostas dadas por E08 depois e E11 antes:

E08 depois: *“A lua não cai por conta da gravidade do espaço que faz com que nem os planetas caiam.”*

E11 antes: *“porque tem gravidade e não tem Ar e sim a gravidade que faz flutuar”*

A concepção de que a gravidade, na ausência de ar ou oxigênio, faz flutuar, também parece ser revelada nas respostas de E06 antes e E04 depois:

E06 antes: *“Por causa da gravidade e da atmosfera.”*

E04 depois: *“Porque no espaço não há oxigênio.”*

Possivelmente se trata de um tipo de concepção alternativa construída a partir de imagens e vídeos que mostram astronautas, espaçonaves e outros objetos “flutuando” no espaço, onde não existe ar.

Também surgiram respostas “depois” que parecem indicar uma interpretação equivocada da 3ª Lei de Newton, segundo a qual as forças de ação e reação, da Terra sobre a Lua e da Lua sobre a Terra, poderiam se equilibrar, evitando, assim, que a Lua caia na Terra, conforme expresso nas respostas:

E12 depois: *“força gravitacional. Tanto a Terra exerce essa força sobre a Lua, com a Lua exerce essa força sobre a Terra.”*

E15 depois: *“Porque a lua também exerce uma força sobre a terra”*

Chamam a atenção também algumas respostas “antes” muito ingênuas, como as expressas por E19 e E10:

E19 antes: “A lua não cai porque tem uma força que puxa a lua para cima.”

E10 antes: “Por que a lua dá o brilho (luz) a Terra.”

Essa última parece ser uma explicação do tipo infantil, finalista: a Lua existe para brilhar e iluminar a Terra a noite e, portanto, não pode cair.

As respostas obtidas nesta questão apontam, portanto, para uma necessidade de um aprofundamento e aperfeiçoamento da UEPS no que se refere à aprendizagem do conceito de gravidade e do significado da Lei da Gravitação Universal.

4.3.5 Análise da questão 5

Questão 5:

Você sabe o que são grandezas diretamente proporcionais ?

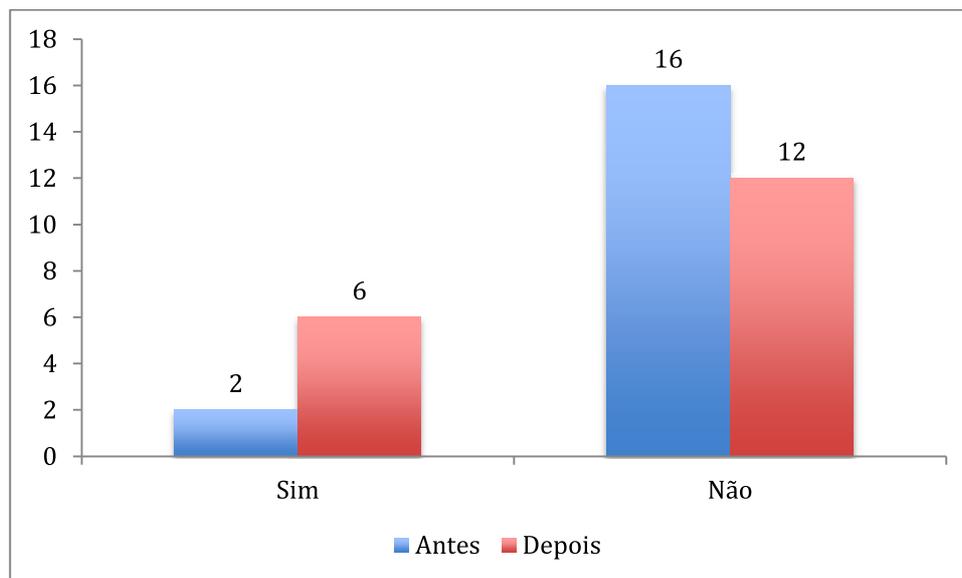
Não

Sim. Explique, por meio de um exemplo, o que seriam grandezas diretamente proporcionais.

Objetivo da questão: verificar se os estudantes têm algum conhecimento sobre o tipo de relação matemática existente entre grandezas que são diretamente proporcionais, o que é um pré-requisito para o entendimento quantitativo da Lei da Gravitação Universal de Newton.

Quanto à opção “Sim” ou “Não”, inicialmente apenas dois estudantes declararam saber o que são grandezas diretamente proporcionais, respondendo “Sim”. Após a aplicação da UEPS, esse número teve um crescimento, passando a ser de 6 estudantes, mas, ainda assim, correspondendo apenas à metade dos que responderam “Não”. Conforme podemos observar no Gráfico 4.9.

Gráfico 4.9 - Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 5, antes e depois da aplicação da UEPS.

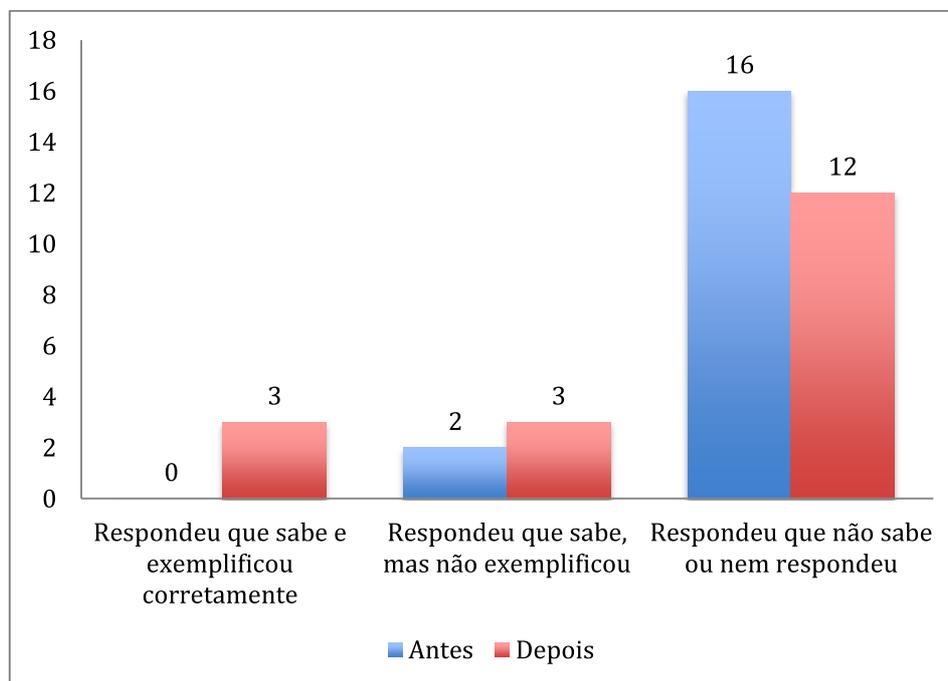


Uma categorização das respostas dos estudantes a esta questão é apresentada no Quadro 4.7 e, as frequências de cada resposta, também representadas no Gráfico 4.10.

Quadro 4.7 - Categorias de respostas dos estudantes que responderam à Questão 5 do questionário inicial (antes) e final (depois) e respectivas frequências.

Categorias de respostas	Frequência das respostas	
	Antes	Depois
Respondeu que sabe o que é uma proporção direta e exemplificou corretamente.	0	3
Respondeu que sabe, mas não exemplificou, ou exemplificou de maneira incorreta.	2	3
Respondeu que não sabe ou nem respondeu ao “Sim” ou “Não”.	16	12

Gráfico 4.10 - Frequência nas principais categorias de respostas dos estudantes à pergunta sobre proporção direta com exemplo, feita na Questão 5 do questionário.



Pelo que é possível perceber no Quadro 4.7 e Gráficos 4.9 e 4.10, antes da aplicação da UEPS, os estudantes pareciam não ter nenhuma noção do que seria uma proporção direta. Apenas dois responderam “Sim”, sendo que um deles deixou em branco a parte da explicação e o outro apenas acrescentou:

“Eu sei o que é, mas eu não me lembro agora e nem sei explicar.”

Alguns dos que responderam “Não” também acrescentaram uma breve resposta do tipo “Não sei mas já ouvir falar” ou “estudei mas não lembro no momento”, o que parece evidenciar que, embora alguns tenham ouvido falar em “proporção direta” em suas aulas, não tiveram nenhuma aprendizagem significativa a respeito.

Depois da aplicação da UEPS é possível perceber um pequeno avanço: 3 estudantes responderam “Sim” e apresentaram explicações corretas por meio de exemplos, como a resposta dada pelo estudante E09:

“Um refrigerante custa R\$ 2,50, se a pessoa comprar dois custará R\$ 5,00. O preço cresce de acordo com a quantidade, na grandeza proporcional acontece isso.”

O que parece evidenciar uma aprendizagem significativa da noção de proporção direta por parte desses estudantes, já que a aplicaram num contexto diferente, criando um exemplo. Contudo, com relação ao total de estudantes, poucos (apenas 3, menos de 20%) evidenciaram essa aprendizagem.

4.3.6 *Análise da questão 6*

Questão 6:

Você sabe o que são grandezas inversamente proporcionais ?

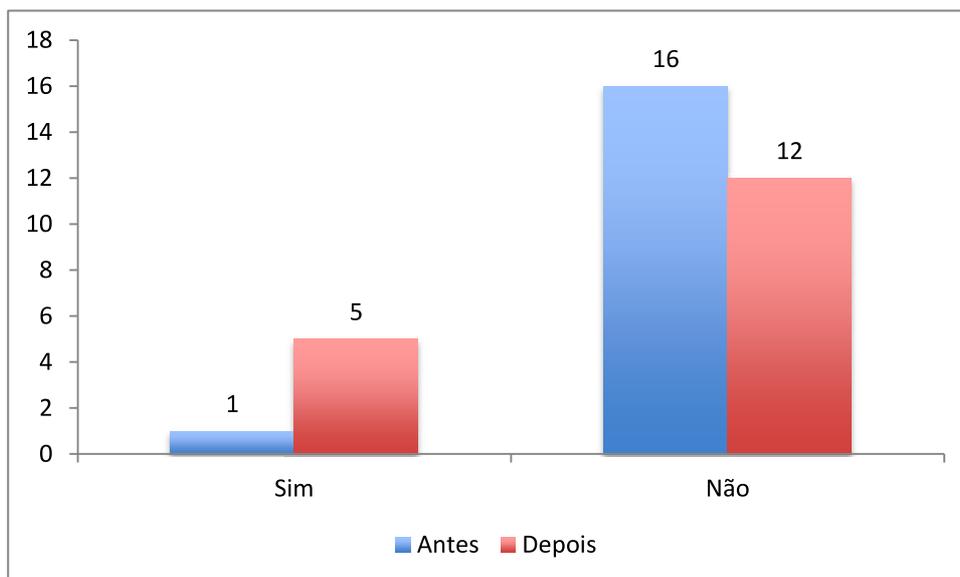
() Não

() Sim. Explique, por meio de um exemplo, o que seriam grandezas diretamente proporcionais:

Objetivo da questão: verificar se os estudantes têm algum conhecimento sobre o tipo de relação matemática existente entre grandezas que são inversamente proporcionais, o que é um pré-requisito para o entendimento quantitativo da Lei da Gravitação Universal de Newton.

As frequências das respostas ao “Sim” ou “Não”, antes e depois da UEPS é apresentada no Gráfico 4.11 e uma categorização das respostas dos estudantes a esta questão é apresentada no Quadro 4.8 e, as frequências de cada resposta, também representadas no Gráfico 4.12.

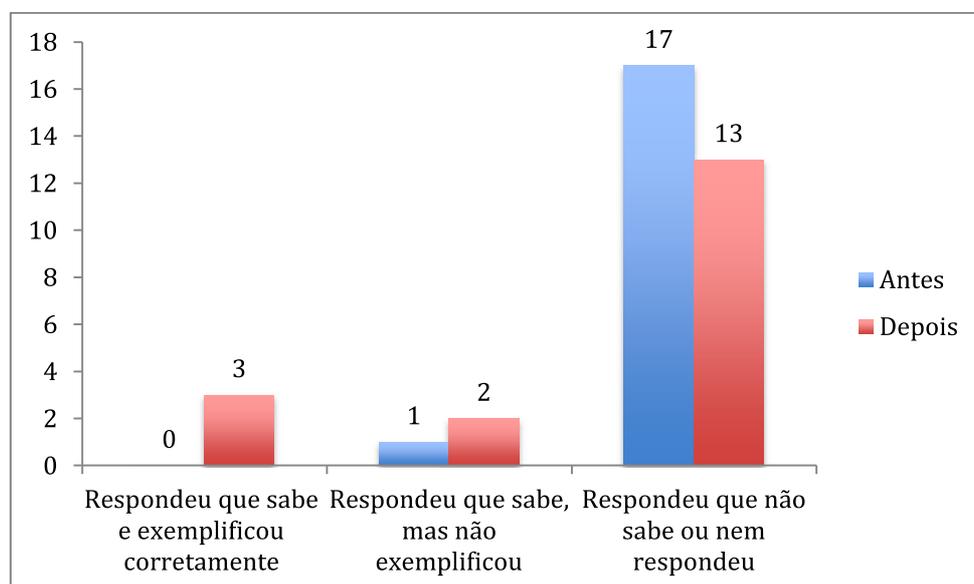
Gráfico 4.11 - Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 6, antes e depois da aplicação da UEPS.



Quadro 4.8 - Categorias de respostas dos estudantes que responderam à Questão 6 do questionário inicial (antes) e final (depois) e respectivas frequências.

Categorias de respostas	Frequência das respostas	
	Antes	Depois
Respondeu que sabe o que é uma proporção inversa e exemplificou corretamente.	0	3
Respondeu que sabe, mas não exemplificou, ou exemplificou de maneira incorreta.	1	2
Respondeu que não sabe ou nem respondeu ao “Sim” ou “Não”.	17	13

Gráfico 4.12 - Frequência das respostas dos estudantes que responderam à Questão 6 do questionário inicial e final.



Pelo que é possível perceber no Quadro 4.8 e Gráfico 4.12, antes da aplicação da UEPS, os estudantes pareciam não ter nenhuma noção do que seria uma proporção inversa. Apenas um respondeu “Sim” e, mesmo esse, acrescentou: *“Também não sei explicar e não me lembro.”* Alguns dos que responderam “Não” também acrescentaram uma breve resposta do tipo *“estudei mas não lembro no momento”*, o que parece evidenciar que, embora alguns tenham ouvido falar em “proporção inversa” em suas aulas, não tiveram nenhuma aprendizagem significativa a respeito.

Depois da aplicação da UEPS é possível perceber um pequeno avanço, exatamente como na questão anterior, sobre proporção direta, três estudantes responderam “Sim” e apresentaram explicações corretas por meio de exemplos, como a resposta dada pelo estudante E16:

“Duas grandezas são inversamente proporcionais, quando uma delas aumenta a outra diminui na mesma razão o tempo e a velocidade são grandezas inversamente proporcionais.”

O que parece evidenciar uma aprendizagem significativa da noção de proporção inversa por parte desses estudantes, já que a aplicaram num contexto diferente, criando um exemplo. Contudo, com relação ao total de

estudantes, poucos (apenas três, menos de 20%) evidenciaram essa aprendizagem.

4.3.7 Análise de questão 7

Questão 7:

Você conhece a expressão abaixo?

$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

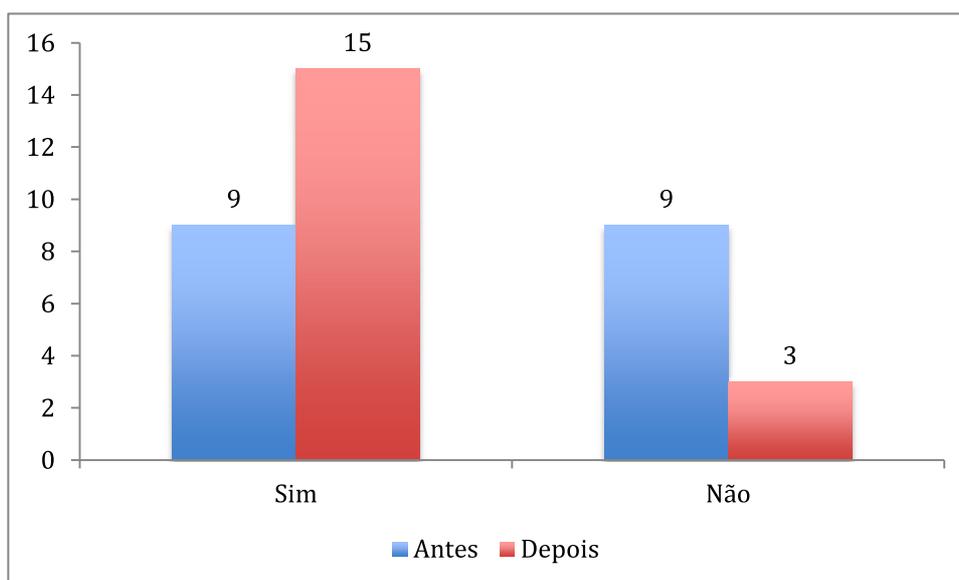
Não

Sim. Então explique o que ela significa:

Objetivo da questão: verificar se o estudante conhece a expressão matemática da lei da Gravitação de Newton e o significado físico dessa expressão.

Quanto a opção “Sim” ou “Não” desta questão, inicialmente 50% dos estudantes aparentemente conheciam a expressão da Lei da Gravitação Universal de Newton, conforme é possível inferir da análise do Gráfico 4.13.

Gráfico 4.13 - Frequência das respostas dos estudantes à opção “Sim” ou “Não” da Questão 7, antes e depois da aplicação da UEPS.



Contudo nenhum deles a explicou, nem ao menos parcialmente, conforme indicado no Quadro 4.9. Alguns poucos, inicialmente, apenas tentaram explicar o significado das letras, mas, mesmo assim, atribuindo alguns significados de maneira equivocada, como, p. ex., associando a letra “d” a densidade, como no exemplo abaixo:

E06 antes: *“Força igual gravidade vezes massa A vezes massa B sobre densidade ao quadrado”*

As respostas finais indicam uma grande mudança. Após a aplicação da UEPS, apenas 3 estudantes, dos 18 que participaram, responderam não conhecer essa expressão, possivelmente por relacionarem o fato de conhecer com o fato de ter que, obrigatoriamente, explicar o significado da expressão, sendo que um deles, embora tenha respondido “Não”, tentou explicá-la associando-a às Leis de Kepler.

Quadro 4.9 - Categorização das respostas dos estudantes à pergunta sobre conhecer lei da Gravitação Universal e saber o significado físico dessa expressão, feita na Questão 7 do questionário inicial (antes) e final (depois).

Categorias de respostas	Frequência das respostas	
	Antes	Depois
Explicam corretamente o significado.	0	3
Explicam de forma parcialmente correta o significado.	0	2
Explicam o significado das letras da expressão.	3	5
Explicam de forma equivocada.	1	2
Conhecem a expressão, mas não explicam ou informam que não sabem explicar.	5	4
Não conhecem a expressão e não tentam explicá-la.	9	2

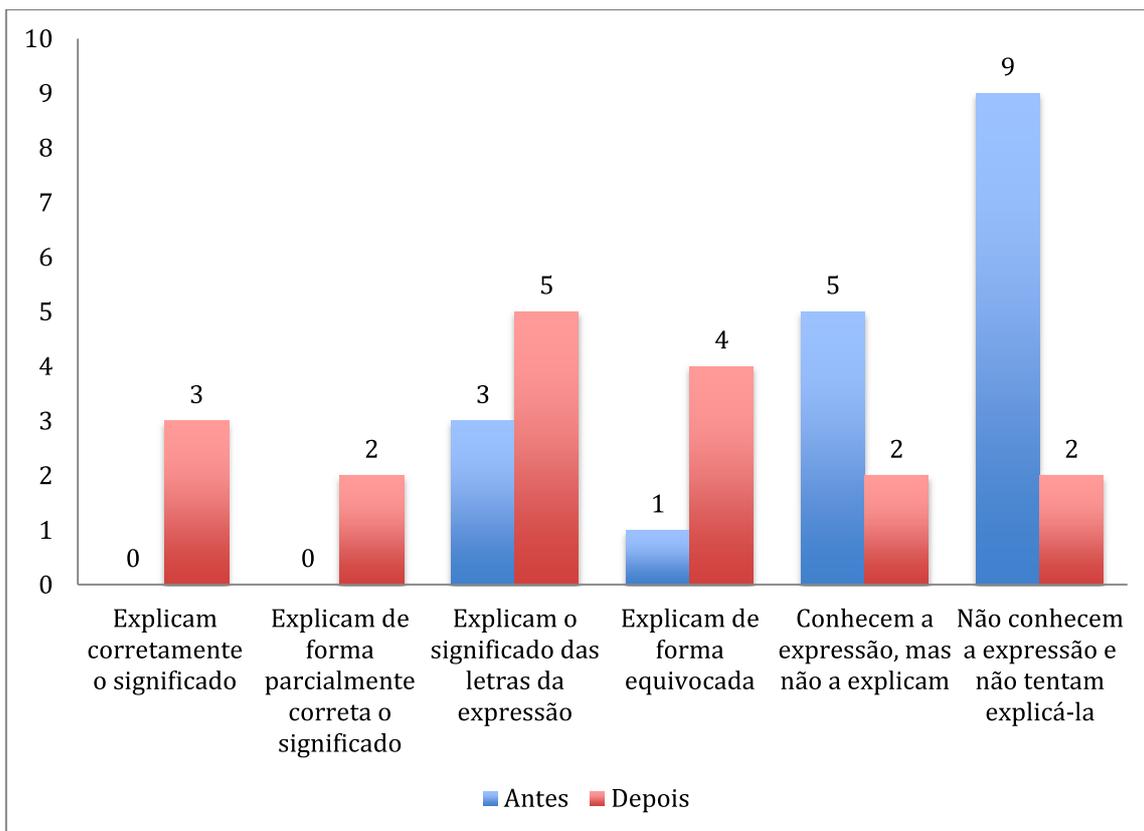
Um quantitativo de cinco estudantes conseguiu explicá-la de maneira correta, ou parcialmente correta, e outros cinco explicaram o significado das letras com menos equívocos que inicialmente, porém dois estudantes ainda não souberam dizer o que significava o “d”, mas não o associaram com densidade.

Por meio da análise do Quadro 4.9 e Gráfico 4.14, é possível perceber que a UEPS promoveu um avanço quanto a reconhecer a expressão matemática da Lei da Gravitação Universal de Newton e entender o significado físico dessa expressão, apesar de três estudantes apresentarem respostas em que a associam, equivocadamente, a outros conceitos, relacionados à Física ou a conteúdos abordados em sala de aula, como nas seguintes respostas:

E04 depois: *“eu acho que estas leis do m (emizinho) e M (emizão) é sobre as leis kelpler”*

E15 depois: *“É a formula para calcularmos a força centrífuga”*

Gráfico 4.14 - Frequência nas principais categorias de respostas dos estudantes à Questão 7 do questionário inicial e final.



Muitos estudantes interpretaram que explicar a expressão era escrever o significado de cada letra, possivelmente por ouvirem do professor que não basta decorar a expressão, é preciso saber o que cada letra representa. O número dos que responderam dessa forma aumentou no Questionário Final, sendo que, ainda assim, alguns estudantes não expressaram corretamente o que todas as letras representavam, como é possível verificar em nas respostas:

E02 depois: "*F = força G = gravidade m = massa e d =* "

E05 depois: "*F = força G = gravidade M₁M₂ = massas D =* "

E08 depois: "*F = Força, G = gravidade, m_A = 1^o massa, m_B = 2^a massa, d = distância*"

E12 depois: "*força = força gravitacional x massa 1 x massa 2 sobre distância ao quadrado.*"

E21 depois: “ F = força; G = gravitação Universal; m_A e m_B são as diferentes massas; e d^2 = distância.”

Esses aspectos apontam para a necessidade de aprimoramento ou implantação de atividades na UEPS que possibilitem ao estudante compreender o significado físico da lei da Gravitação Universal e identificar as grandezas físicas representadas na expressão matemática da lei.

Considerando as frequências mostradas no Gráfico 4.14, é possível inferir que boa parte dos estudantes que não responderam ou não sabiam explicar nada sobre a expressão matemática da lei da Gravitação Universal, aparentemente apresentam um boa evolução no conhecimento e compreensão da mesma, inclusive o aumento no número dos que apresentam confusão de conceitos, indicam um dos estágios dessa evolução.

4.3.8 Análise da questão 8

Questão 8:

Quais são as principais fases da Lua ?

Objetivo da questão: verificar se os estudantes possuem conhecimento das 4 principais fases da Lua.

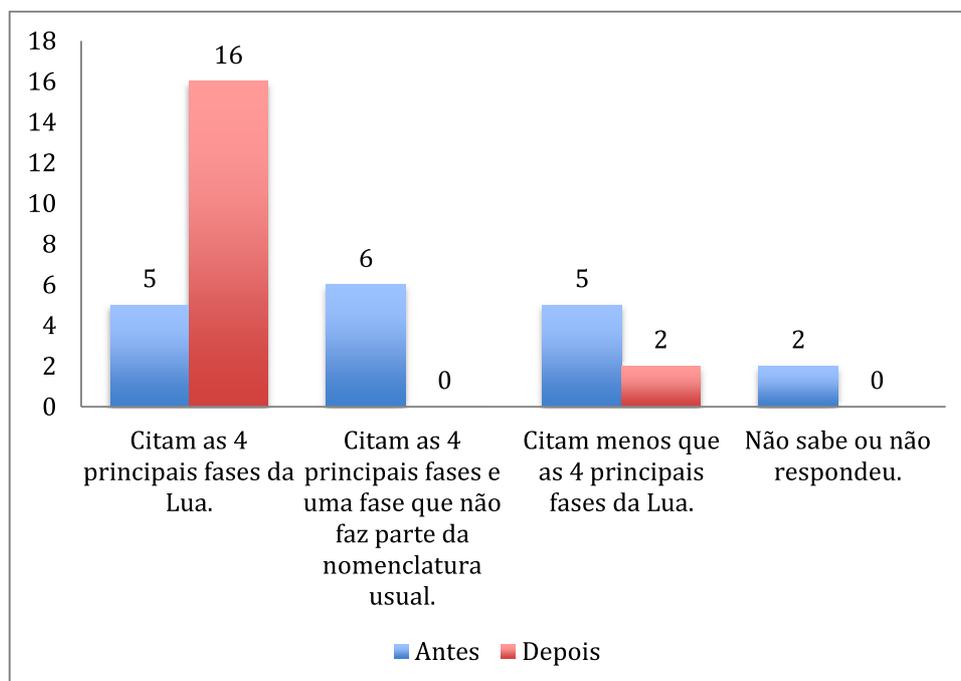
Uma categorização detalhada das respostas dos estudantes à questão sobre quais são as principais fases da Lua, é apresentada no Quadro 5.2.8.1. As frequências de cada uma das principais categorias de respostas é representada no Gráfico 4.14.

Quadro 4.10 - Categorias e subcategorias de respostas dos estudantes que responderam à Questão 8 do questionário inicial (antes) e final (depois) e respectivas frequências.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência das respostas nas subcategorias		Frequência das respostas nas categorias	
		Antes	Depois	Antes	Depois
Citam as 4 principais fases da Lua.	–	–	–	5	16
Citam as 4 principais fases e mais uma fase que não faz parte da nomenclatura usual.	Além das 4 fases principais, dentre elas a “minguante”, também citam uma fase “decrecente”	5	0	6	0
	Além das 4 fases principais, cita uma fase “Lua convexa”	1	0		
Citam menos que as 4 principais fases da Lua.	Não citam a Lua Nova	2	0	5	2
	Não cita a Lua Nova nem a Lua Minguante	1	0		
	Não cita a Lua Nova nem a Lua Crescente	1	0		
	Não cita a Lua Crescente	1	1		
	Não cita a Lua Cheia	0	1		
Não sabe ou não respondeu.	–	–	–	2	0

O Quadro 4.10 e o Gráfico 4.15 evidenciam que houve uma grande mudança na citação, pelos estudantes, de quais seriam as principais fases da Lua após sua participação na UEPS.

Gráfico 4.15 - Frequência nas principais categorias de respostas dos estudantes à pergunta sobre as quatro principais fases da Lua, feita na Questão 8 do questionário.



Antes, onze estudantes citavam as fases da Lua Nova, Crescente, Cheia e Minguante, mas vários deles (seis estudantes), além destas, quatro também citaram uma outra fase que não faz parte da nomenclatura usual. Um deles citou uma fase “convexa” e cinco citaram uma fase “decrecente”, termo que tem um sentido semelhante ao de “minguante”, parecendo revelar um certa confusão entre ambos e/ou uma falta de compreensão de que o termo “minguante” tem este significado de “decrecente”, que uma Lua minguante é uma Lua cuja face iluminada, visível da Terra, está decrescendo. Também antes, cinco estudantes não souberam citar todas as fases, deixando de citar, em especial, a fase da Lua Nova e dois estudantes não deram nenhuma resposta.

Após a UEPS, a maioria (dezesseis estudantes) citou apenas as 4 fases principais: Lua Nova, Lua Crescente (ou Quarto Crescente), Lua Cheia e Lua Minguante (ou Quarto Minguante), nenhum citou uma fase que não faz parte da

nomenclatura usual, como uma fase “decrecente”, e apenas dois “esqueceram” de citar uma das fases principais.

Ao que parece, a UEPS teve sucesso quanto a conseguir promover uma melhor noção acerca de quais seriam as principais fases da Lua.

A frequente citação incorreta das principais fases no questionário inicial possivelmente se deve a um conhecimento muito pobre de temas de Astronomia e a uma possível falta de incentivo de olhar para o céu, uma desvalorização desse hábito. O fato de a fase da Lua Nova ter sido a mais “esquecida” no Questionário Inicial, possivelmente se acha relacionado ao fato de, efetivamente, esta fase ser a menos notável e visível no céu. Sem um incentivo à observação da sucessão das fases da Lua e sem que este tema seja abordado no ensino, alguns estudantes permanecem sem saber da sua existência.

4.4 Análise e resultados das entrevistas coletivas

Realizamos duas entrevistas semiestruturadas, em uma sala climatizada e sem muitas interferências. A primeira entrevista era composta de um grupo de oito estudantes e a outra de um grupo de nove estudantes. Antes de cada uma das entrevistas, partilhamos um café, com o objetivo de tornar esse momento o mais descontraído possível com a intenção de que os estudantes esquecessem que estavam sendo filmados e não imaginassem que estavam sendo avaliados.

A seguir, apresentamos a questão inicial e os tópicos para possíveis questões que direcionaram nossas entrevistas:

1. Antes das nossas aulas e atividades, o que vocês acham que sabiam sobre as marés?

Orientações:

Deixar que os estudantes falassem livremente e do jeito que lhes vier à cabeça.

Se não se referirem explicitamente aos conteúdos relacionados a essa, perguntar de maneira mais específica com relação aos seguintes tópicos:

- Ideia sobre o que acham que causa as marés;
 - Relação que acreditam ter entre as marés e as fases da Lua;
 - Número de marés que acreditam ter em um dia e a relação com os bojos;
 - Forças gravitacionais e forças diferenciais;
 - Condições para ocorrência do fenômeno.
2. Vocês acham que nossas aulas foram responsáveis por mudar alguma noção que possuíam sobre as marés? O que especificamente?
 3. Vocês gostaram das atividades desenvolvidas? Dentre elas, quais as que vocês gostaram mais?
 4. Quais as atividades que vocês menos gostaram? Expliquem.
 5. E pra finalizar, vocês acreditam que o fenômeno de marés possa ocorrer em outros lugares ou somente nos mares da Terra? Onde mais poderia ocorrer esse fenômeno?

Iniciamos a primeira entrevista coletiva, explicando para os estudantes, que o objetivo dessa atividade era conhecer um pouco mais sobre a percepção e a avaliação deles, a respeito da UEPS sobre o fenômeno das marés da qual participaram.

Ao questionar os estudantes se conheciam ou não alguma coisa sobre o fenômeno das marés antes da aplicação da UEPS, a maior parte respondeu não, como podemos notar nas respostas de E7, E2 e E3, transcritas literalmente a seguir:

E7: “Eu sabia que a Lua influenciava as marés, só que não sabia como.”.

E2: “Eu só vi naquela entrevista com seu professor.”.

E3: “Só sabia o básico, quando algum professor aparecia na TV e explicava.”.

Esses relatos apresentam indícios de pouco ou quase nenhum conhecimento a respeito do fenômeno, e mesmo o conhecimento raso que é relatado, não parece ser totalmente anterior a UEPS. Os estudantes parecem confundir o pouco conhecimento que acreditavam ter, com o pouco

conhecimento adquirido por meio da participação nas atividades propostas pela UEPS.

Quando pergunto se eles sabiam explicar como a Lua influenciava nas marés, a grande maioria responde em conjunto que não sabiam. Alguns se pronunciaram em seguida, em um tom de brincadeira, dizendo:

“Só não pergunta se agora a gente sabe (risos).”

Afirmar que não iria perguntar isso, para que não ficassem apreensivos e logo perguntei se houve alguma mudança em relação ao que conheciam sobre marés antes e naquele momento. É possível perceber, que eles relatam que houve uma boa mudança em relação ao que conheciam sobre os assuntos abordados, mas ainda parece ser uma mudança muito superficial. É possível perceber também, a dificuldade que eles possuíam em aprender, demonstradas nas falas dos estudantes E1, E2, E3, E7 e E8, que seguem descritas literalmente:

E1: “Mudou.”

E2: “Pra min não.”

E3: “Antes eu não sabia nada e agora eu também não sei”

E7: “Algumas coisas a gente aprendeu um pouquinho, outras não.”

E8: “Outras não entra na cachola.”

E3: “Não, entra só que alguma você ainda fica com dúvida, pois durante o ano, tudo que você tem pra explicar, com o senhor entrou aqui pela metade, não deu tempo pra explicar tudo, tudo. Não vai dar tempo de a gente aprender assim.”

Logo explico que a proposta não era mesmo para ser desenvolvida ao longo de todo ano, lembrei-lhes que quando da apresentação da proposta, havia informado que a UEPS seria desenvolvida em aproximadamente doze encontros.

Em seguida, pergunto se a atividade prática sobre as fases da Lua acrescentou alguma coisa ao que sabiam sobre esse tema. A grande maioria dos estudantes respondeu que sim, como é possível verificar em algumas respostas transcritas a seguir:

E1: “Eu achei legal”

E7: “Aquela eu aprendi um pouquinho”

E6: “Eu achei muito interessante, porque eu não sabia que a Lua Nova era de dia”.

E7: “É, eu também não sabia, mas agora toda vez que eu vejo a Lua de dia, eu falo:”.

“- Mãe é a Lua Nova, e ela pergunta:”

“- Como você sabe minha filha?”

“- Ah, eu sou dez né mãe.”

E8: “A minha também me pergunta:”

“- Como você sabe minha filha?”

“- Eu estudei mãe.”

É possível perceber com esses relatos, que houve um pequeno acréscimo no que os estudantes conheciam sobre as fases da Lua, mas apesar de pequeno, eles gostaram muito de aprender, e isso é demonstrado quando eles apresentam para os familiares o que aprenderam na escola. Nas falas dos estudantes e principalmente no comportamento e expressões faciais, é possível perceber também que eles gostaram bastante de realizar a atividade prática de simulação das fases da Lua, utilizando o próprio corpo.

Dando continuidade a entrevista, pergunto mais especificamente sobre como eles acham que é a relação entre as fases da Lua e as marés, os estudantes apresentam as seguintes respostas:

E7: “Eu só sei que ela influencia, agora como, eu não sei.”.

E7: “É aquela parada de quadratura?”.

E7: “Na Lua Nova e na Lua Cheia é de sizígia e na Lua Minguante e Crescente é de quadratura.”.

E1: “Isso aí eu gravei!”.

E8: “Eu só sei que tem sizígia e quadratura, mas qual que influenciava, eu não sei não.”.

Novamente é possível constatar indícios de um conhecimento raso, conhecimento esse, que parece ter sido adquirido por aprendizagem mecânica, pois um dos estudantes parece relacionar o aprender com “gravar”.

Essa primeira entrevista continua, mas por problemas técnicos (término da carga da bateria), não foi possível registrar em vídeo o restante. Por isso, não é possível dar detalhes das respostas dos estudantes no restante das questões, mas é possível fazer uma análise geral, incluindo o restante da

entrevista. Foi possível perceber que esse primeiro grupo apresentava um comportamento bem retraído quanto a demonstrar o que pensava a respeito da UEPES e principalmente a demonstrar o que acreditavam saber sobre os conteúdos abordados. A impressão que ficou, é que eles não queriam que eu soubesse o quanto verdadeiramente eles sabiam ou não. Mesmo assim, foi possível perceber um conhecimento raso e uma tendência em acreditar que decorar é mesmo que aprender, por isso não houve nenhuma resposta completa sobre a explicação do fenômeno de marés, quando questionados ao final da entrevista. Esse comportamento, possivelmente está relacionado ao condicionamento proporcionado pelo modelo de ensino tradicional.

Em um clima descontraído, iniciamos a segunda entrevista coletiva, com o outro grupo de nove estudantes. Assim como na primeira entrevista, explico o objetivo principal da atividade. A primeira pergunta que faço aos estudantes é sobre as noções que possuíam sobre as marés antes da UEPES. Alguns estudantes apresentam as seguintes respostas:

E6: “Marés não, mas da Lua sim.”.

E2: “Não, bem mais ou menos.”.

E7: “Eu não sabia não.”.

E5: “Da Lua e nem das marés.”.

E1: “Nem da Lua. Esse fenômeno das marés eu não sabia não.”.

E2: “Eu sabia o que significava, mas não sabia explicar como isso ocorria.”.

E1: “Eu não sabia o porquê acontecia.”.

E8: “Eu sabia que tinha relação com a Lua, só não sabia como e o porquê.”.

Quando insisto, perguntando se alguém já possuía a noção de que havia uma relação com a Lua, a grande maioria dos estudantes responde, em conjunto, que “praticamente nada”.

Logo pergunto se eles acham que mudou alguma coisa em relação ao que conheciam e se hoje saberiam explicar o fenômeno das marés. Então, alguns respondem:

E1: “Bastante coisa, eu não sabia, por exemplo, por que ocorria esse fenômeno das marés.”.

E1: “Sim, razoavelmente.”

Quando pergunto se acham que sabiam, antes da UEPS, algo sobre as fases da Lua, como por exemplo, reconhecer as fases ao observá-la, nenhum estudante responde positivamente, apenas alguns disseram que sabiam os nomes, como podemos verificar nas respostas:

E8: “Não.”

E1: “Eu sabia os nomes, mas não sabia reconhecer olhando pra ela.”.

E2: “Eu sabia reconhecer só a Cheia.”.

E1: “É, só a Cheia.”.

E2: “Às vezes eu ficava perguntando por que não tinha Lua a noite. Agora eu sei, é Minguante.”.

E3 e E8: “Não, Lua Nova.”.

Analisando as respostas anteriores, é possível perceber que essa segunda turma é mais participativa, onde quase todos os estudantes em algum momento se manifestaram, pareciam mais dispostos a se expor e a contribuir com mais riquezas de detalhes em suas respostas, que a turma anterior, porém o nível de conhecimento, daqueles que se pronunciaram, em muito se assemelham. Inicialmente quase nenhum conhecimento e/ou muito ingênuo, mesmo para os assuntos mais simples, como saber os nomes das quatro principais fases.

Ao perguntar como os estudantes avaliam as atividades e qual delas mais gostaram, alguns apresentam as seguintes respostas:

E6: “Eu entendi mais, aquela da sala. Que uma pessoa foi a Lua, a outra a Terra e a janela o Sol.”.

E7: “Aquela foi a mais legal, eu achei mais interessante.”.

E1: “E a gente aprende mais rápido.”.

Quando perguntei qual foi a atividade mais proveitosa na visão deles, a resposta, em conjunto, foi quase unânime:

E1, E5, E6, E7, E8: “Sim.”

E1: “Dá vontade de prestar mais atenção na aula.”.

E7: “Dá mais interesse na aula.”.

E1: “Eu achei mais interessante porque tem gente que só chega e passa, passa, passa matéria e não explica. A gente fica mio perdido.”.

Perguntei também, qual ou quais atividades eles menos gostaram e as respostas foram:

E2: “Aquelas do data show.”.

E6: “É.”

E1: “Depende, algumas foram boas, a da reportagem, a das fases da Lua, a das marés foi interessante.”.

E8: “O que foi chato, foi aquelas leis de não sei quem... Leis de Kleper né?”.

E1: “Foi interessante aquela de reconhecer as fases da Lua pela forma.”.

Pedi aos estudantes para explicarem porque acharam a atividade de apresentação das Leis de Kepler a mais chata e eles apresentaram as seguintes justificativas:

E3: “É porque é meio entediante, muita coisa assim, falada e pouca coisa assim, explicada especificamente.”.

E6: “A gente já tá meio cansado disso, de ouvir o professor falando, falando, depois passa o dever e mais explicação, explicação. Aí toda aula o que a gente mais tem é isso.”.

E8: “Tinha umas palavras difícil de entender.”.

E3: “É uma coisa, um tipo de coisa que você lembra ali só na hora, e aí se perguntar depois você não lembra mais nada. Não é interessante.”.

Quanto à avaliação da UEPS pelos estudantes, de maneira geral, parece ter agradado a maioria e indiscutivelmente, a atividade que não agradou de forma alguma foi a apresentação das Leis de Kepler, utilizando o projetor de slides. É possível perceber nas respostas de alguns estudantes, a insatisfação com o modelo de ensino tradicional, parece que eles sabem como não querem aprender, por isso, quando conteúdos e conceitos são apresentados de maneira diferente, parece agradar-lhes bem. Com essa boa aceitação, é possível que essa proposta, com alguns ajustes ou em um contexto menos pobre de conhecimentos sobre o assunto, promova a aprendizagem significativa do fenômeno das marés.

Para conhecer um pouco mais sobre o que e quanto eles aprenderam sobre o fenômeno das marés, pergunto aos estudantes, onde é possível a ocorrência desse fenômeno, se somente na Terra ou em outros planetas e as respostas apresentadas são:

E1: “Nos Oceanos, onde tem grandes massas.”.

E2: “Acho que só na Terra.”.

Quando questiono se somente na parte líquida, os estudantes respondem:

E3: “Não, na crosta também acontece, só que é muito pequena e não dá pra perceber.”.

E3: “Eu acho que em outros lugares (diferentes do nosso planeta) também acontece.”.

E6: “Eu não sei. No caso, é por causa da Lua? Tem Lua em outros planetas? Não sei.”.

E8: “Tem água em outros planetas?”.

E9: “Tem um planeta que tem água né?”.

E6: “Por dentro né? Por dentro da terra (desse planeta).”.

E4: “Não foi comprovado ainda. Tem que ser comprovado.”.

Logo pergunto o que provoca as marés, e em um silêncio, apenas um responde:

E1: “O Sol e a Lua”.

Insisto, expliquem um pouco mais, o que do Sol e da Lua provocam as marés? Os estudantes ficam meio constrangidos e tentam disfarçar com risadinhas, apenas um estudante responde:

E2: “Eu sei, mas não consigo explicar. Não consigo ter as palavras para explicar.”.

Apesar da complexidade da explicação completa do fenômeno das marés, que envolve diversos conceitos, concepções e inúmeras inter-relações entre esses conceitos e concepções, com uma análise das respostas é possível inferir, que apesar de pequena, houve uma evolução do conhecimento dos conceitos que compõem tal explicação por boa parte dos estudantes. Mas é possível inferir também, que em alguns estudantes, a UEPS possivelmente, não tenha surtido nenhum efeito, fato esse que pode estar relacionado com a não predisposição para aprender significativamente, mesmo que de forma inconsciente, por ter sido submetido apenas ao ensino tradicional, é possível perceber em algumas falas dos estudantes a ideia de que “gravar” ou “decorar” é o mesmo que aprender. Já as dificuldades de aprendizado e a falta de hábitos de estudos, apresentados pelos dois grupos, possivelmente esteja relacionado à condição socioeconômica da grande maioria dos estudantes da escola, considera de risco social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscamos promover uma aprendizagem significativa sobre o fenômeno das marés e conceitos de Física e Astronomia associados à sua compreensão e explicação, como a Lei da Gravitação Universal, as fases da Lua e a dinâmica do sistema Sol-Terra-Lua, utilizando para isso, uma proposta de UEPS envolvendo diversas atividades e estratégias de ensino para abordagem deste tema. Além disso, buscamos entender um pouco mais sobre o processo de ensino e aprendizagem e avaliar a possibilidade de promoção de uma aprendizagem significativa do tema, em uma espécie de pesquisa aplicada em sala de aula.

O trabalho de elaboração da UEPS exigiu muito estudo e pesquisa, principalmente com relação à fundamentação teórica e ao planejamento de seu desenvolvimento. Não é possível aplicar um trabalho como este sem um bom tempo de planejamento estratégico com relação à aplicação das atividades em sala de aula. Essas atividades por sua vez, requerem tempo para serem desenvolvidas e/ou para pesquisa por atividades já existentes, mas que se enquadrem bem na proposta. Neste trabalho utilizamos algumas atividades prontas, como o simulador de marés, mas desenvolvemos algumas outras, como a atividade de simulação de fases da Lua utilizando o próprio corpo.

Os estudantes receberam bem a proposta, e o índice de frequência nas atividades desenvolvidas ao longo da aplicação da UEPS pode ser considerado alto, com pouca ou nenhuma falta verificada nessas atividades. A maior parte dos estudantes realizou as atividades com bastante empenho e dedicação, porém algumas atividades com a apresentação das Leis de Kepler e Gravitação Universal por meio de slides e a atividade de leitura do texto sobre a gravidade, desenvolvida em sala de aula, não foram bem recebidas e consideradas entediantes por alguns estudantes, fato esse constatado pelas observações em um diário de campo e confirmado em relatos dos estudantes durante a entrevista coletiva para avaliar a UEPS. Isso indica que é preciso cuidado na utilização de slides para apresentação de conteúdos e com a forma

de desenvolvimento da atividade de leitura. Boa parte dos estudantes apresenta certo preconceito em relação à aula apresentada em slides, mesmo que o professor oportunize interferências a qualquer momento, na tentativa de tornar a aula dialogada, possivelmente esse preconceito esteja relacionado ao uso excessivo dessa ferramenta atrelado modo tradicional de ensino. Quanto à atividade de leitura é importante estimular a curiosidade antes de entregar o texto, talvez isso desperte para a leitura.

A UEPS implementada possibilitou a avaliação do desempenho dos estudantes não apenas com uma prova final, mas ao longo de todas as atividades propostas, possibilitando a troca de informações e questionamentos ao professor, além da busca por informações em outras fontes. O papel desempenhado pelo professor em todo esse processo foi, fundamentalmente, o de mediador, facilitando a ligação, feita pelo próprio estudante, entre os conteúdos a serem aprendidos e o que ele já sabia.

O levantamento das concepções iniciais dos estudantes foi duplamente importante, tanto para adequar o trabalho desenvolvido a elas, como preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa, como para avaliar, por meio de análise dos dados coletados no questionário final, entrevistas e observações em campo, se sua participação na UEPS contribuiu para uma mudança e evolução destas concepções iniciais no sentido de uma maior aproximação do que é ensinado pela Ciência. Constatamos assim, que os estudantes da primeira série do Ensino Médio possuem um conhecimento inicial muito ingênuo e escasso sobre o fenômeno das marés, sua relação com a gravitação e conceitos básicos de Astronomia, não sabiam as quatro principais fases da Lua e sabiam somente que havia uma relação entre as marés e a Lua, sem saber o que é a força gravitacional, poucos sabiam explicar o que é o fenômeno das marés. Mesmo assim a UEPS proposta buscou uma forma de transpor esse obstáculo com a utilização como organizadores prévios, como a problematização sobre o fenômeno das marés em Ponta da Fruta, Vila Velha-ES, onde após uma reportagem sobre os problemas causados pelas marés, em uma breve entrevista, o professor Sérgio Mascarello Bisch apresenta algumas explicações sobre esse fenômeno, utilizamos também imagens de um mesmo lugar em momentos diferentes, uma com a maré alta e outra com a maré baixa, e também, as duas imagens juntas, para que os estudantes

pudessem visualizar e comparar as diferenças entre os níveis das marés, que se mostraram, em parte, insuficientes.

Mediante a análise de dados, utilizando como base, a técnica da Análise de Conteúdo, e observações realizadas em sala de aula, foi possível inferir que havia uma ausência quase que total de pré-requisitos mínimos para entender os conteúdos e conceitos que seriam abordados, ou seja, os estudantes não possuíam os subsunçores necessários a uma aprendizagem significativa do tema, uma possível causa de não atingirmos totalmente nosso objetivo principal, o de promover a aprendizagem significativa do fenômeno das marés, visto que boa parte dos estudantes ainda apresentaram, ao final da UEPS, conceitos distantes do cientificamente aceito.

Mesmo assim, acreditamos que com alguns ajustes e aperfeiçoamentos, principalmente com relação a reforçar os organizadores prévios, seja possível promover uma aprendizagem significativa desse tema, utilizando uma versão aperfeiçoada dessa proposta de UEPS no contexto em que foi aplicada, ou em contextos próximos. Tendo em vista que observamos uma boa evolução no conhecimento de alguns estudantes, quando analisamos e comparamos os questionários aplicados no início e no final da UEPS, assim também como em algumas argumentações durante o desenvolvimento de algumas atividades, como no caso de uma estudante que durante uma discussão no grande grupo sobre a possível causa de não observarmos o fenômeno das marés em lagos, piscinas e bacias, ela argumenta da seguinte maneira: *“Professor, isso tem a ver com aquilo que o senhor falou sobre a força atuar em pontos muito distantes [um do outro], certo? Então só no mar, nos outros fica muito perto um do outro.”*

Tudo isso, parece apontar para a possibilidade de replicar este trabalho em um contexto próximo ao que foi desenvolvido, com alguns aperfeiçoamentos e dando continuidade ao trabalho de pesquisa, apesar de, em geral, o número de estudantes que conseguiram compreender os principais conceitos ser reduzido. Esse não é um assunto fácil de entender, muito menos de abordar, necessitando ainda de muita pesquisa de campo. Além disso, pelo que pesquisei e consegui encontrar, esse é um dos trabalhos pioneiros em abordar o fenômeno das marés por meio de uma UEPS no Ensino Médio,

obviamente precisa ser muito aperfeiçoado e testado mais vezes e em outros contextos também.

Finalmente, o que podemos concluir de tudo isso, é que este trabalho não tem a pretensão de revolucionar o ensino de Ciências, nem a Educação em Astronomia, mas que proporcionou uma ampliação da nossa experiência na área de Educação em Astronomia, direcionada ao Ensino Médio e aplicada em sala de aula, além de uma grande transformação em nossa prática pedagógica e melhor compreensão em relação ao processo de ensino e aprendizagem. Ainda é preciso dizer, que continuar investindo em trabalhos com este é de fundamental importância para a melhoria da Educação em nosso país.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003. 227 p.

AUSUBEL ; NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Interamericana Ltda, Rio de Janeiro, 1980. 625 p.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**, Portugal: Edições 70, 2000, 225p.

BISCH, Sérgio Mascarello. **Astronomia no Ensino Fundamental**: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores. São Paulo: USP, 1998, 301 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1998_BISCH_T_USP.pdf>. Acesso em 20 mar. 2013.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Ed. Porto, 1994. 335 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**: Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica, **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>.

Acesso em: 06 fev. 2012.

BRETONES, P.S. **Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia**. Disponível em: <<http://www.dme.ufscar.br/btdea>>. Acesso em: 27 novembro 2014.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores. **Revista Ensaio**, v 12, n. 2: p. 173-188. Belo Horizonte. mai-ago de 2010.

CANIATO, R. Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física. 1974. v. 4, 586f. Tese (Doutorado em Física), Unesp, Rio Claro, 1974.

_____. O céu. São Paulo, Ática, 1990.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar**, Curitiba, n. 24, p. 213-225, 2004.

FIRESTONE, W. A. Meaning in Method: The Rhetoric of Quantitative and Qualitative Research. **Educational Researcher**, Washington, v. 16, n. 7, pp. 16-21, Oct/1987

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 200 p. 2002.

LANGHI, R.; NARDI, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.14, n.3, p. 41-59, set/2014.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia**: Repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras Editora, 2015 p. 2012.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, v.28, n.2, p. 373-399, ago/2011.

LEBOFSKY, L.; LEBOFSKY, N.; HIGGINS, M.; McCarthy, D. A Human-Powered Orrery: Connecting Learners with the Night Sky. **The Universe in the Classroom**, San Francisco, n. 82, p. 1-5, winter 2013. Disponível em: <<http://astrosociety.org/wp-content/uploads/2013/02/uitc82.pdf>>. Acesso em 20 fev. 2014.

LEMOS, L. S. Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n° 1, abril. 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID3/v1_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 28 set 2015.

LEITE, C. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia**: Uma Proposta com Enfoque na Espacialidade. São Paulo: USP, 2006, 274 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05062007-110016/ptbr.php>>. Acesso em 20 mar. 2015.

MORAES, R. **Análise de conteúdo**. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. Ampl. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária (EPU), 242 p. 2011a.

_____. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63. 2011b. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso: 08 mar. 2015.

_____. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. 1. ed., São Paulo:, LF Editorial, 2011c.

_____. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. 2011d. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

_____. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. 1 ed. São Paulo. Editora Livraria da Física, 243 p. 1999.

MOREIRA, M; OSTERMANN, F. *Teorias construtivistas*. Porto Alegre: UFRGS, (Textos de apoio ao professor de Física). 1999.

NOGUEIRA, S. **Astronomia: ensino fundamental e médio** / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 232 p.: il. – (Coleção Explorando o Ensino; v. 11). 2009.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; OLIVEIRA, M. F. **Astronomia e Astrofísica**. Saraiva. 3. ed. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2013.

Espírito Santo. Secretária de Estado da Educação do Espírito Santo. **Currículo Básico Escola Estadual – Guia de Implementação**. v. 2, Ensino Médio - Área de Ciências da Natureza. Vitória: SEDU, 2009. Disponível em: <http://www.educacao.es.gov.br/download/sedu_curriculo_basico_escola_estadual.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

SILVEIRA, F. L. da, Marés, Fases Principais da Lua e Bebês, **Cad. Bras. Ens. Fis.**, V. 20, n. 1, p. 10-29, abr/2003.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artmed, 224 p. 1998.

Apêndice A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título **“O FENÔMENO DAS MARÉS: GRAVITAÇÃO E ASTRONOMIA NUMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO MÉDIO”**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com qualquer um dos responsáveis pela pesquisa: Prof. Francisco Paiva da Silva (Física-EEEFM Ewerton Montenegro Guimarães) pelo telefone: (27) 3344-0817, e-mail: chicopaiva17@gmail.com ou com o orientador da pesquisa Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch (Física-UFES) pelo telefone: (27) 4009-7733, e-mail: sergiobisch@gmail.com.

Nesse trabalho, buscamos entender como os alunos se comportam e interagem no processo ensino-aprendizagem ao estudarem o tema abordado sob o enfoque da Aprendizagem Significativa. A coleta de dados será feita na EEEFM Ewerton Montenegro Guimarães durante as aulas, que poderão ser gravadas em vídeo e/ou áudio e posteriormente utilizadas e analisadas unicamente com o intuito desta pesquisa, não havendo qualquer repasse a terceiros com intuito comercial/financeiro.

Esclarecemos ainda que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Garantimos também sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. E reiteramos mais uma vez que você tem toda liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA
PESQUISA**

Eu, _____,
abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui
devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador profº Francisco
Paiva da Silva sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim
como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha
participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer
momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____, _____ de Agosto de 2015.

(Aluno: _____)

Assinatura do participante

Assinatura do responsável legal

Eu, profº Francisco Paiva da Silva, obtive de forma voluntária o **Termo de
Consentimento Livre e Esclarecido** do sujeito da pesquisa ou representante
legal para a participação da pesquisa.

Francisco Paiva da Silva

Apêndice B

Desenhos do sistema Sol-Terra-Lua

A seguir, apresentamos os desenhos confeccionados pelos estudantes de forma livre para tentar representar suas visões sobre o sistema Sol-Terra-Lua e os possíveis movimentos dos corpos que compõem esse sistema. Os desenhos foram produzidos pelos estudantes em dois momentos diferentes no desenvolvimento do trabalho, antes e depois da aplicação UEPS. O desenhos produzidos no início serviram de base de dados para análise das concepções iniciais, já os desenhos do mesmo sistema, produzidos ao final, serviram de base de dados para análise de indícios de aprendizagem significativa sobre a configuração e dinâmica desse sistema. Na apresentação dos desenhos utilizamos a seguinte nomenclatura: letra “E” (de “estudante”) seguida de um número de 01 a 18 para identificação dos estudantes que participaram desta atividade. Essa nomenclatura não é a correspondente utilizada nos questionários, ou seja, o estudante E01 por exemplo, pode não ser o mesmo nas duas atividades.

Desenhos produzidos pelos estudantes esquematizando o sistema Sol-Terra-Lua:

E1 antes:

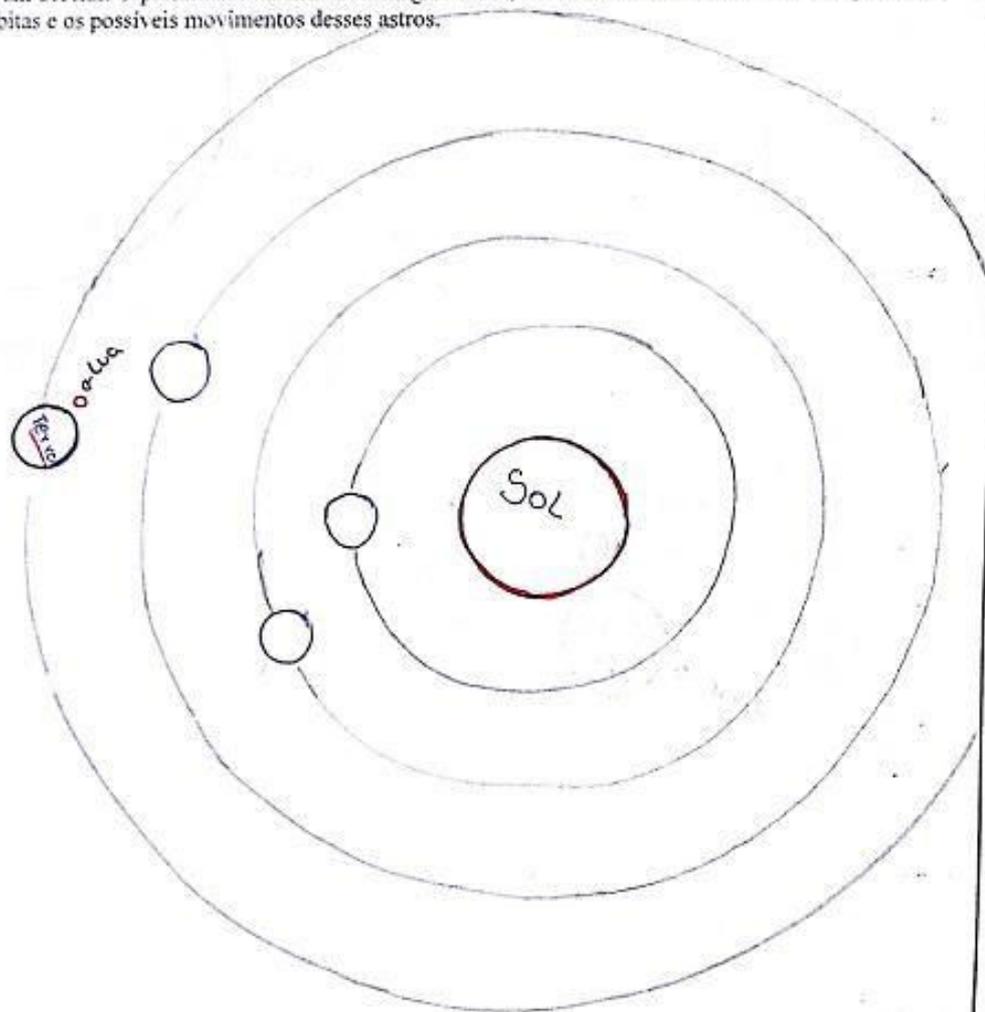
Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.

Uma vista de cima da lua!



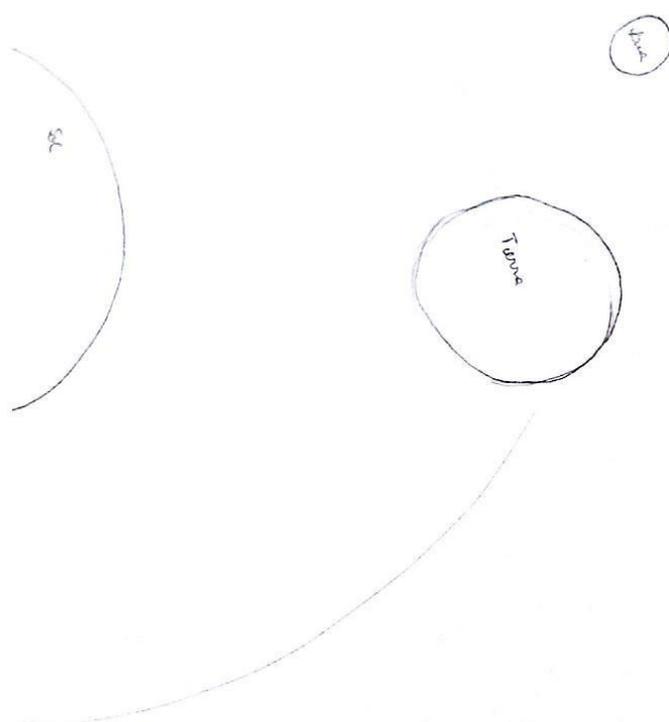
E1 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E2 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



NÃO SEI OS MOVIMENTOS

E2 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



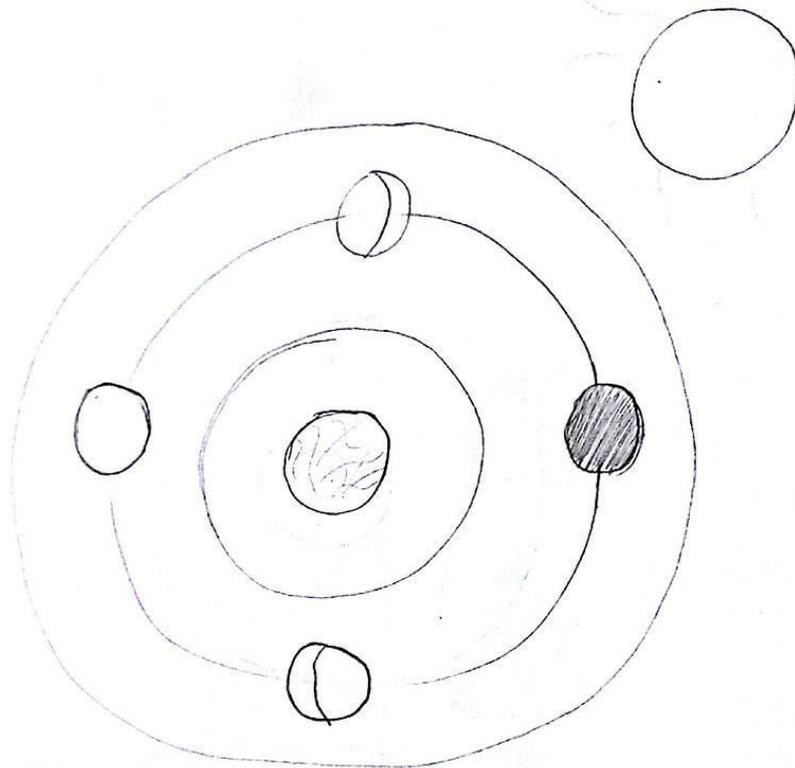
E3 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



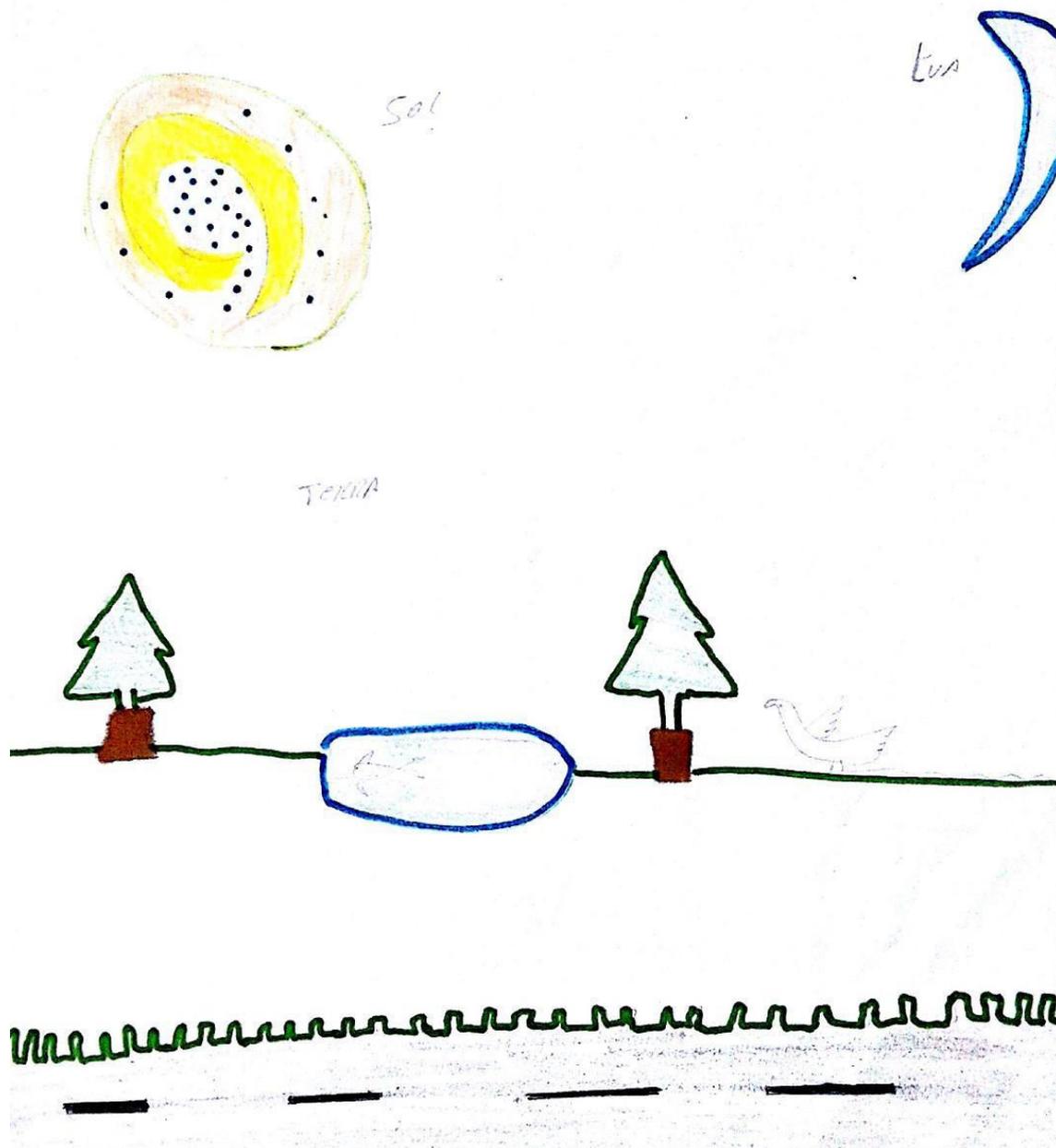
E3 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



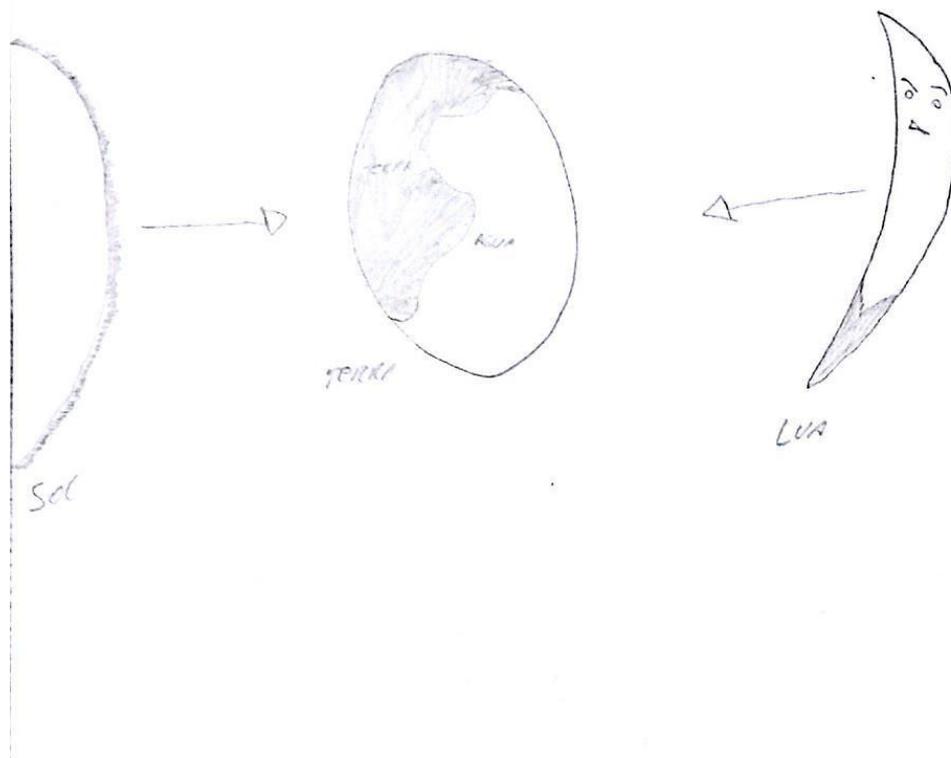
E4 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



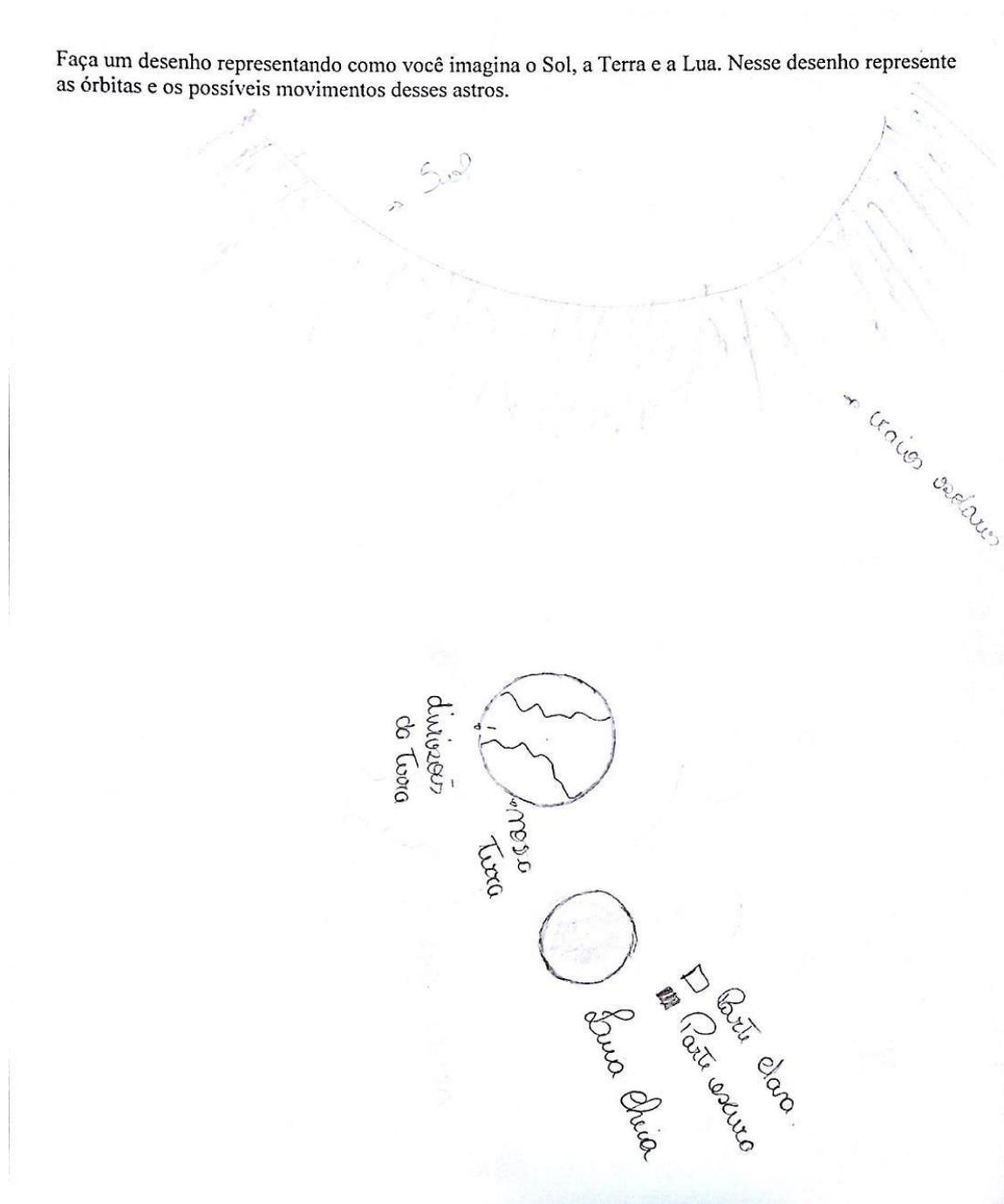
E4 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



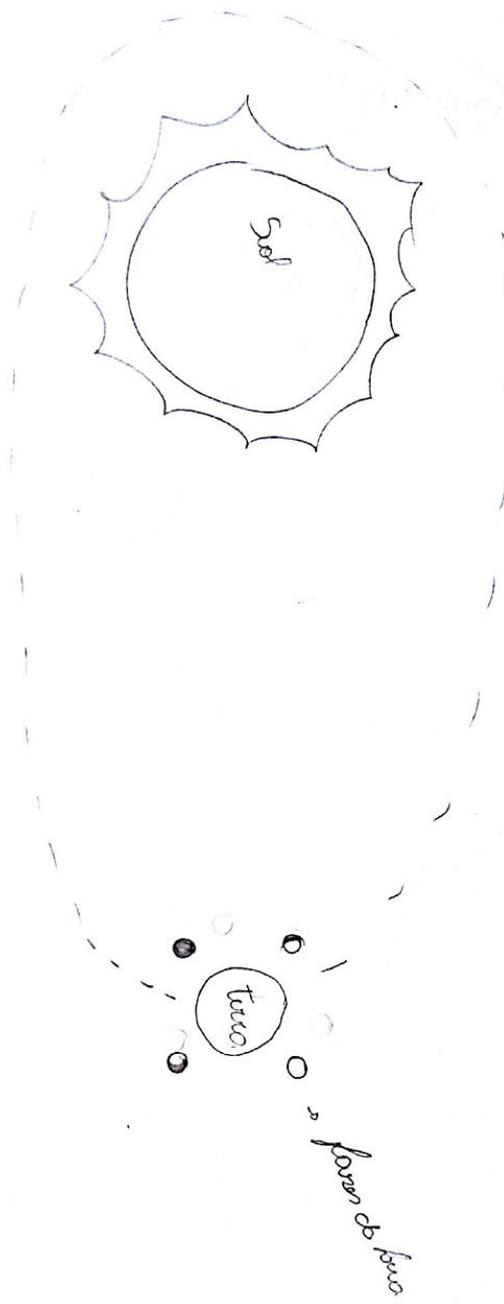
E5 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



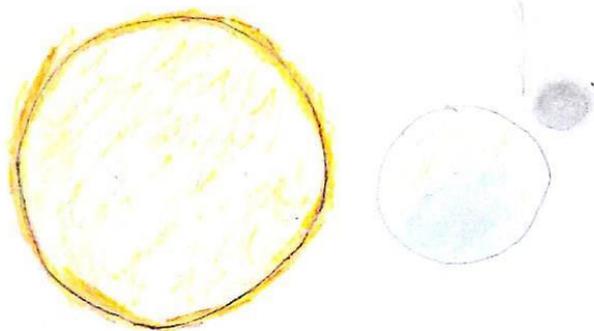
E5 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



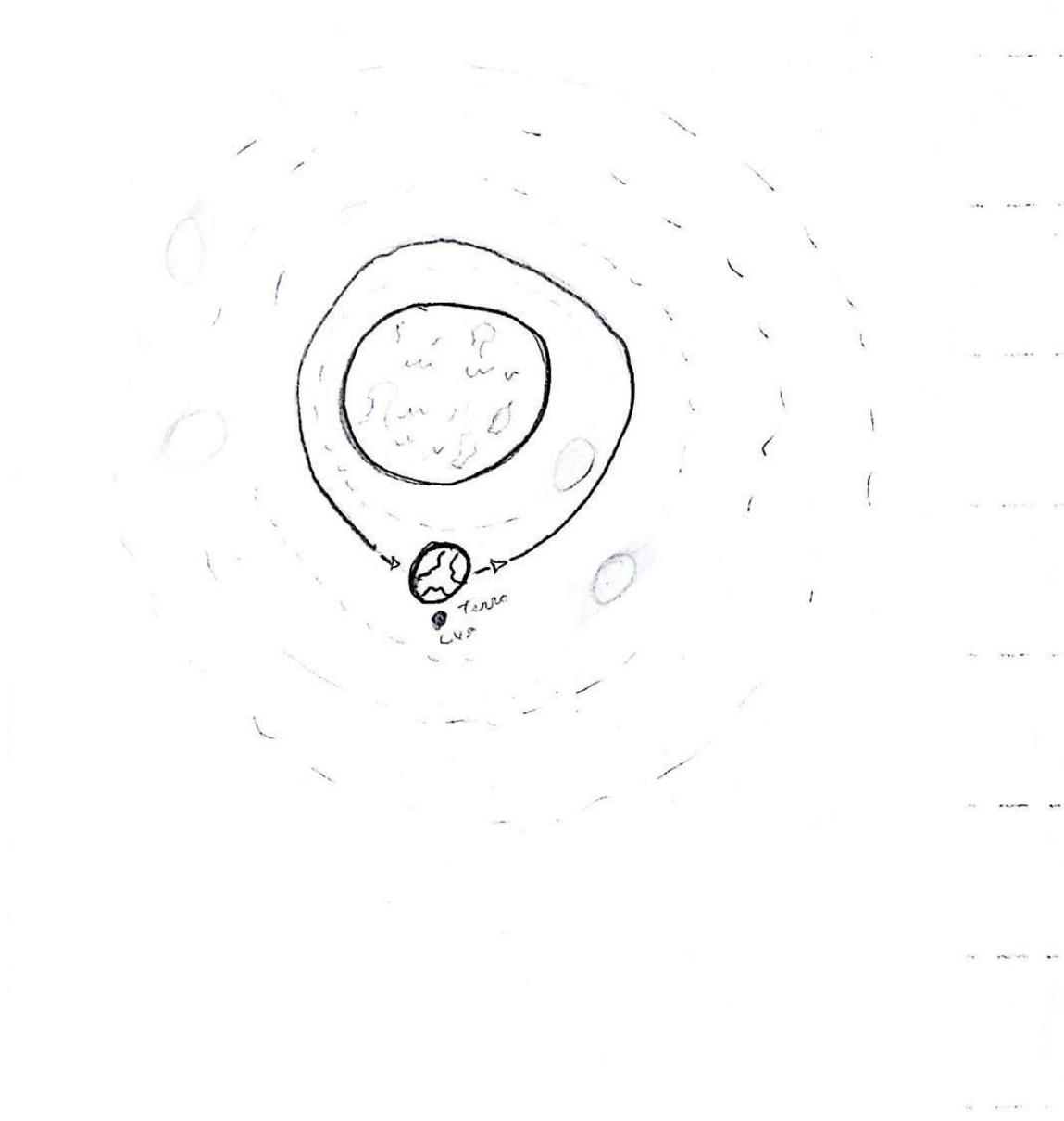
E6 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



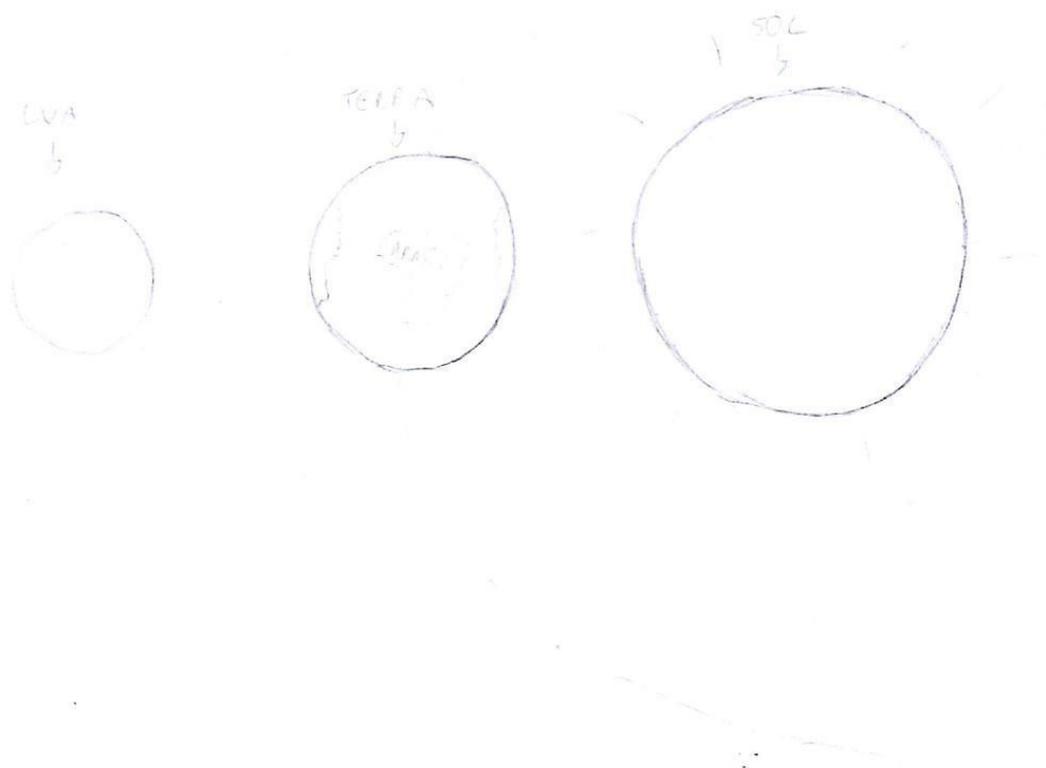
E6 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



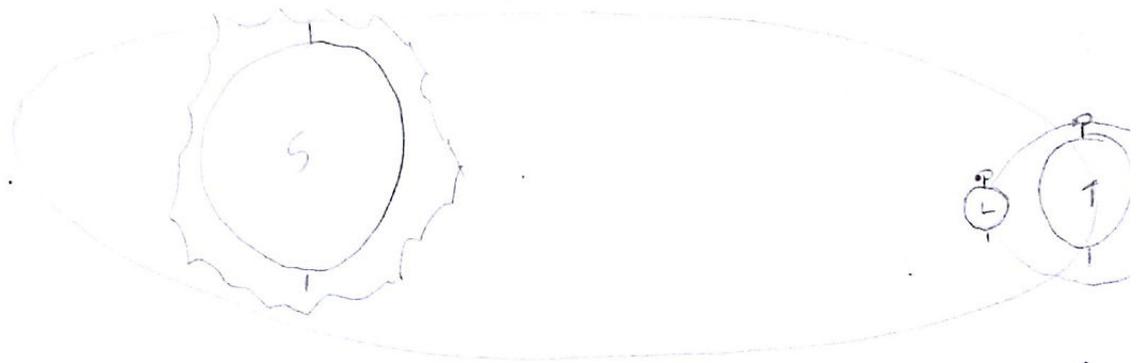
E7 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E7 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.

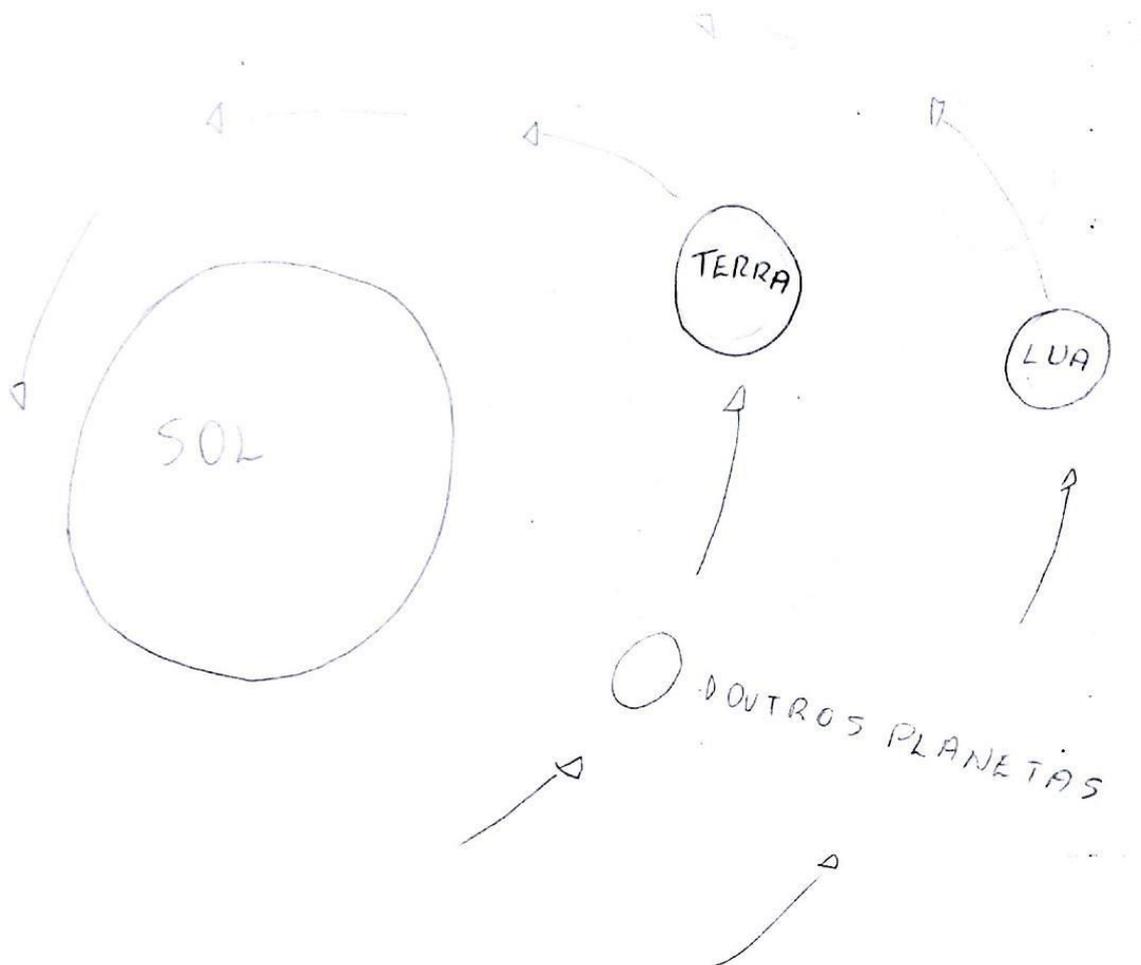


E8 antes:

Este estudante faltou a essa aplicação.

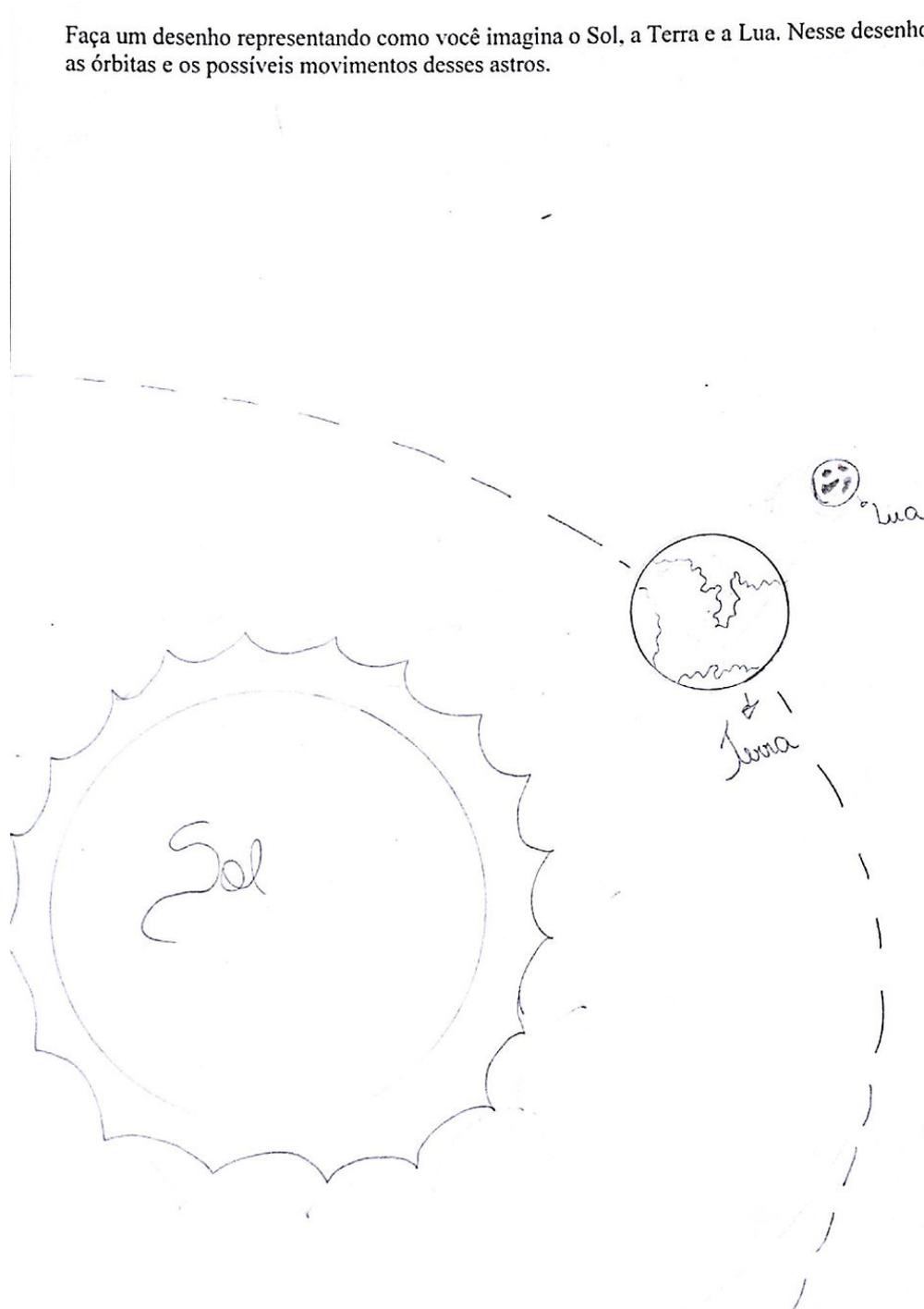
E8 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



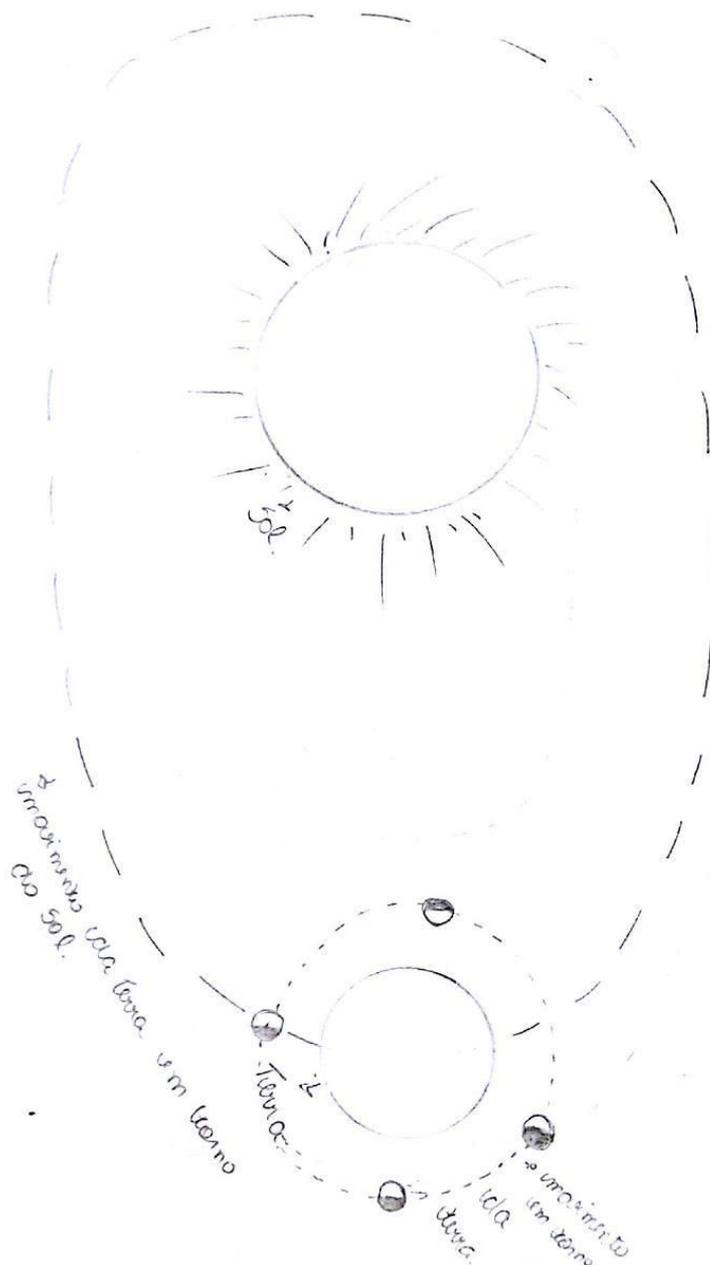
E09 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



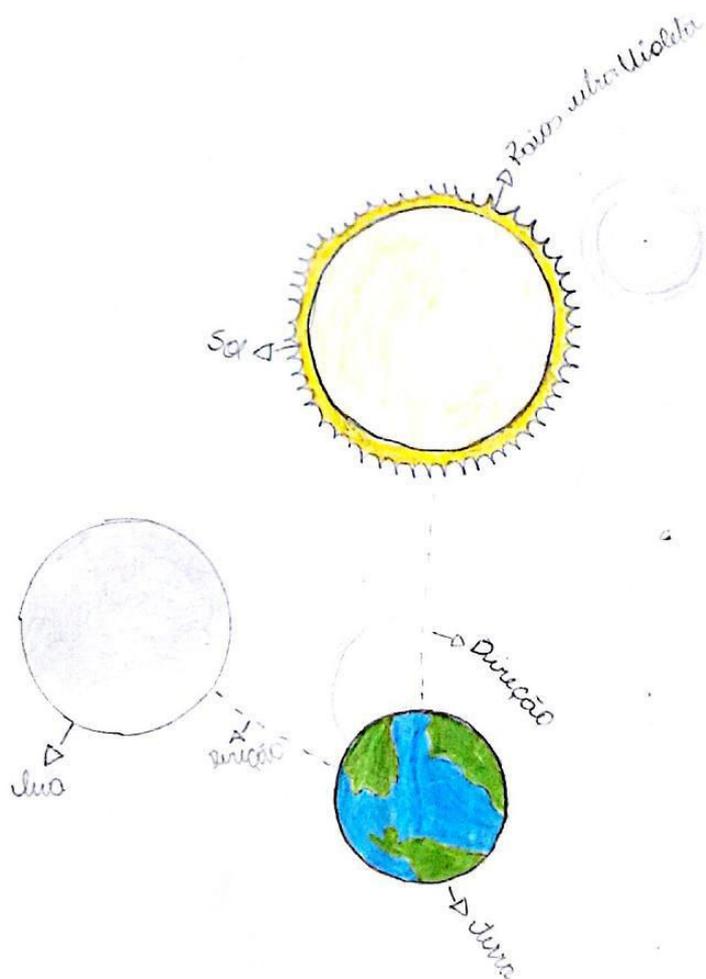
E09 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



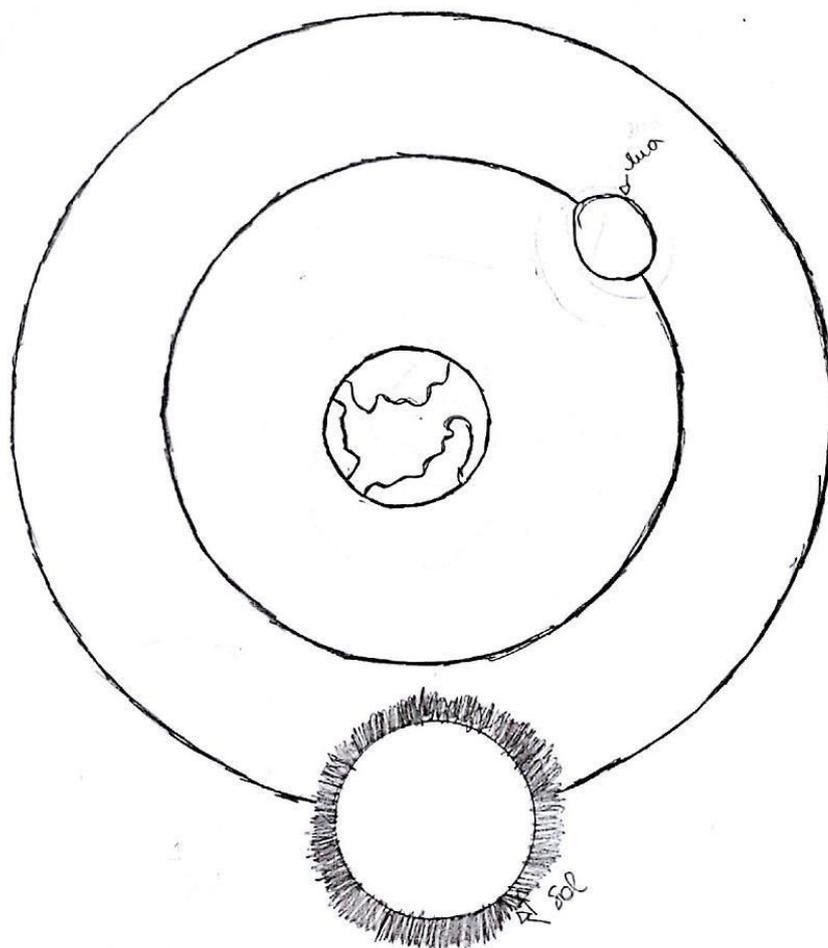
E10 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



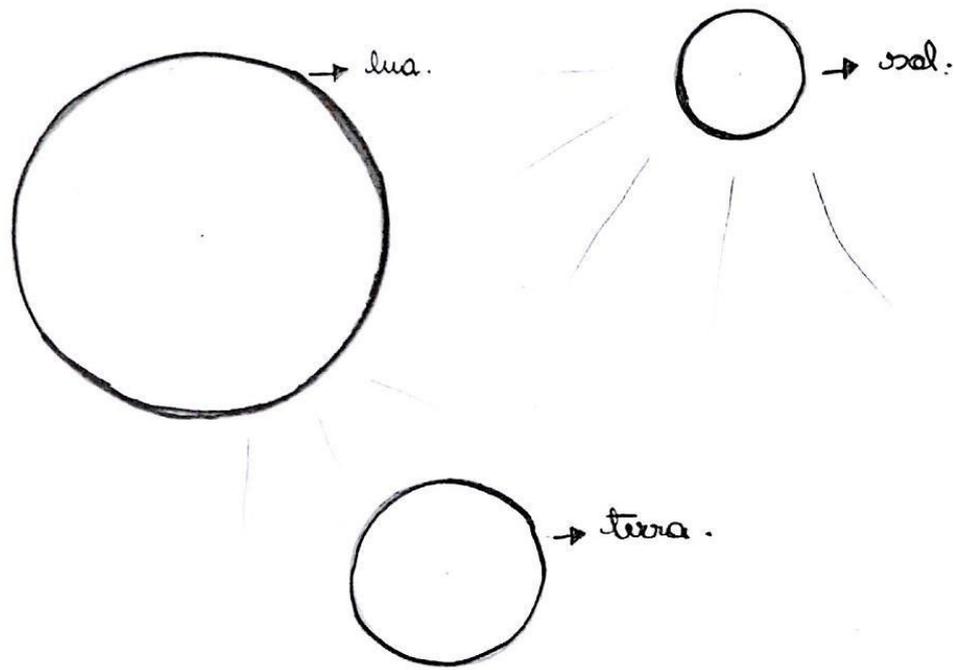
E10 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E11 antes:

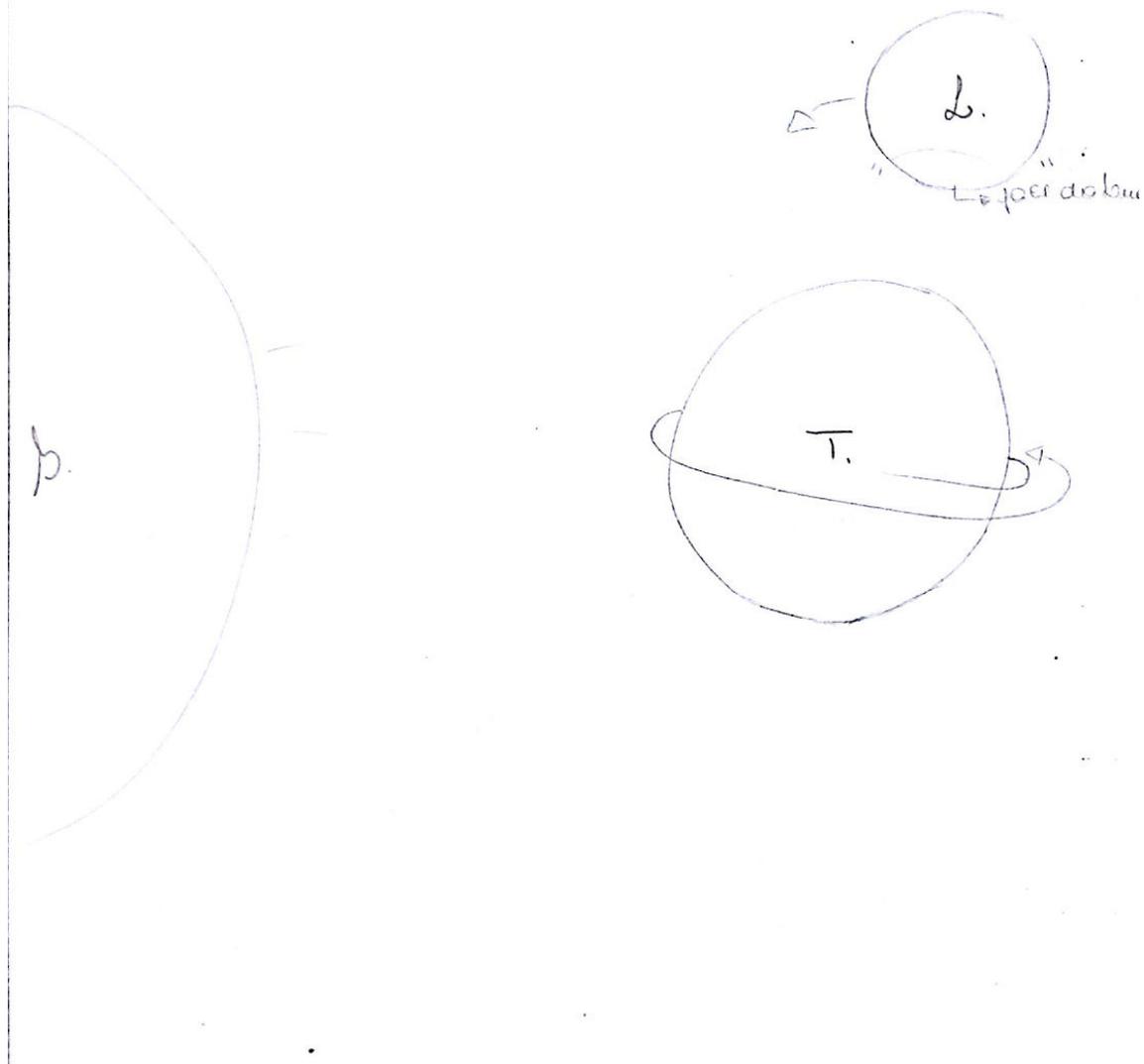
Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



- Eu acredito que a lua seja iluminada pelo sol, e a terra iluminada pela lua.
- no desenho, a lua está maior que a terra porque eu acredito que seja assim.

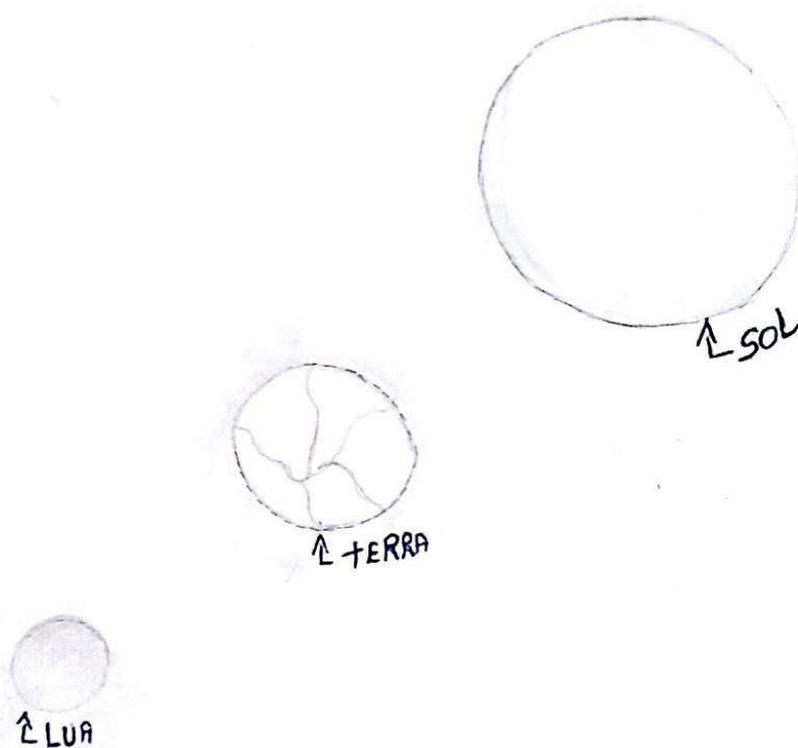
E11 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



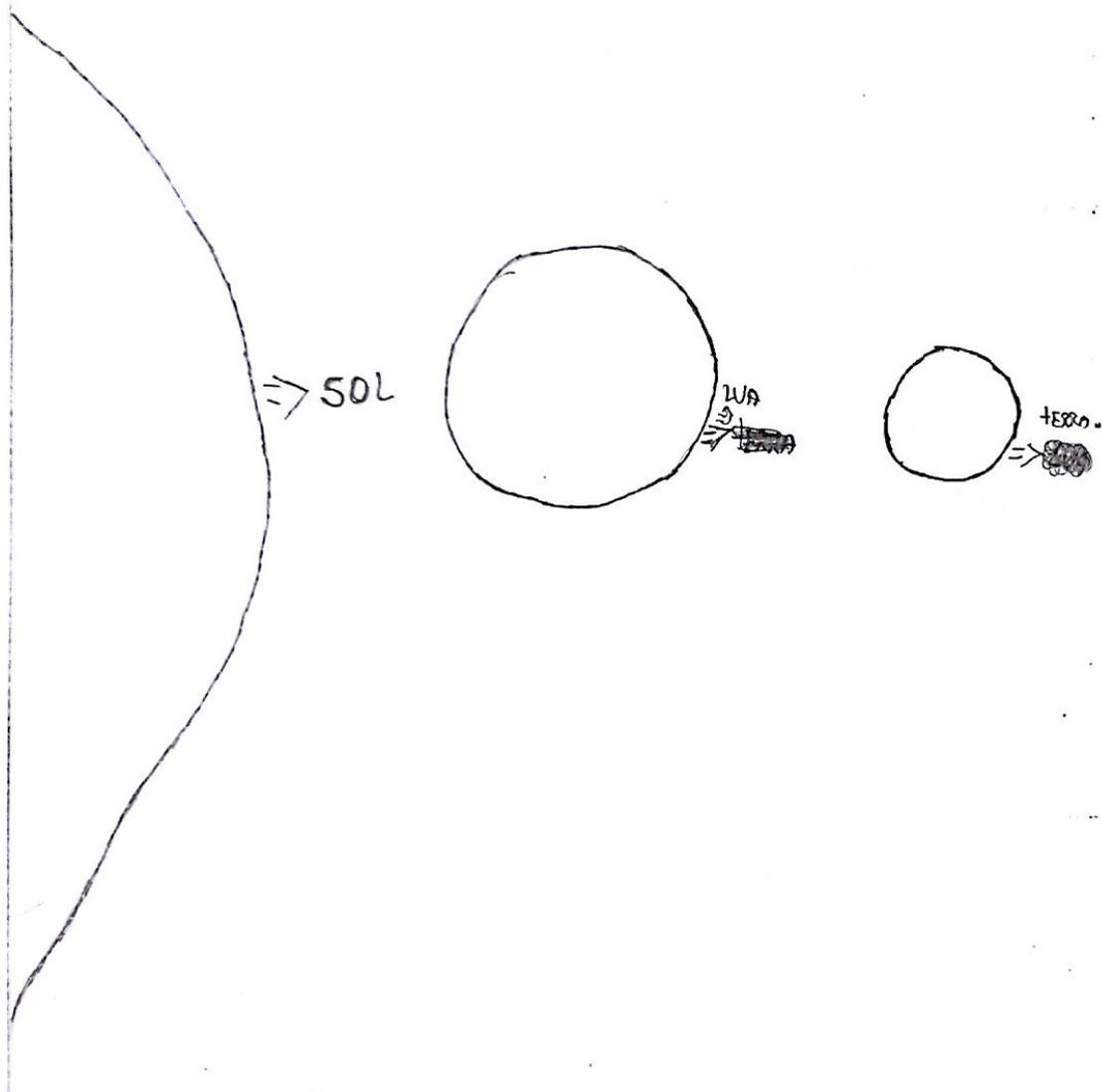
E12 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E12 depois:

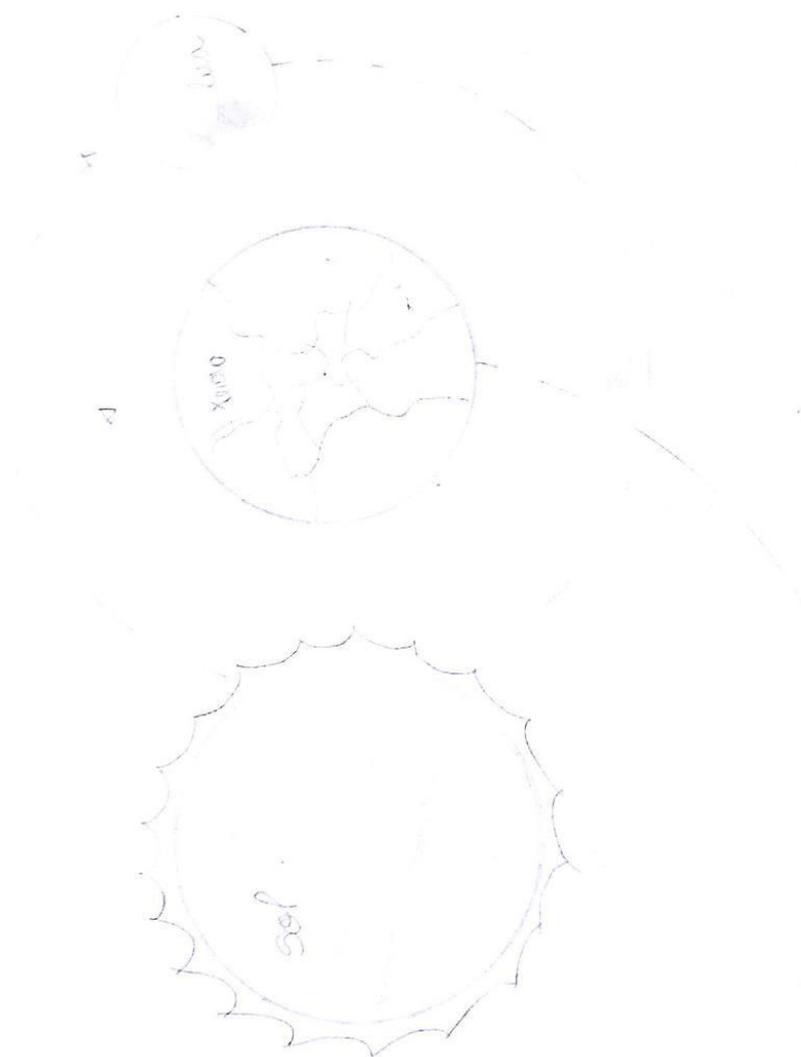
Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E13 antes:

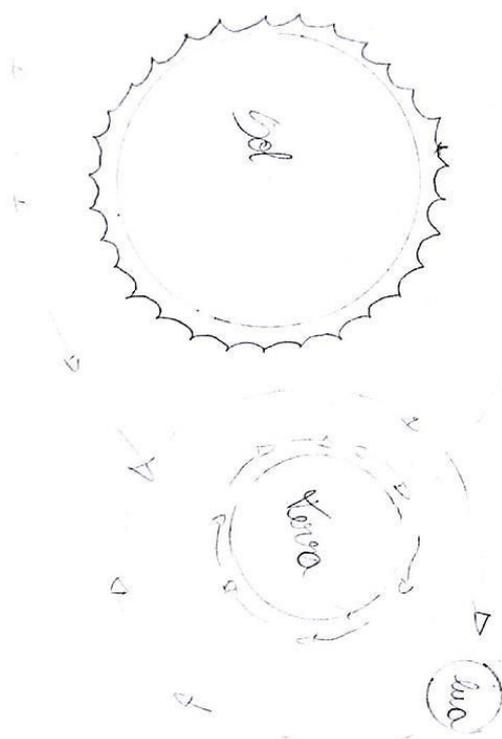
Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.

Uma lua muito pequena orbita a terra que orbita em torno do sol.



E13 depois:

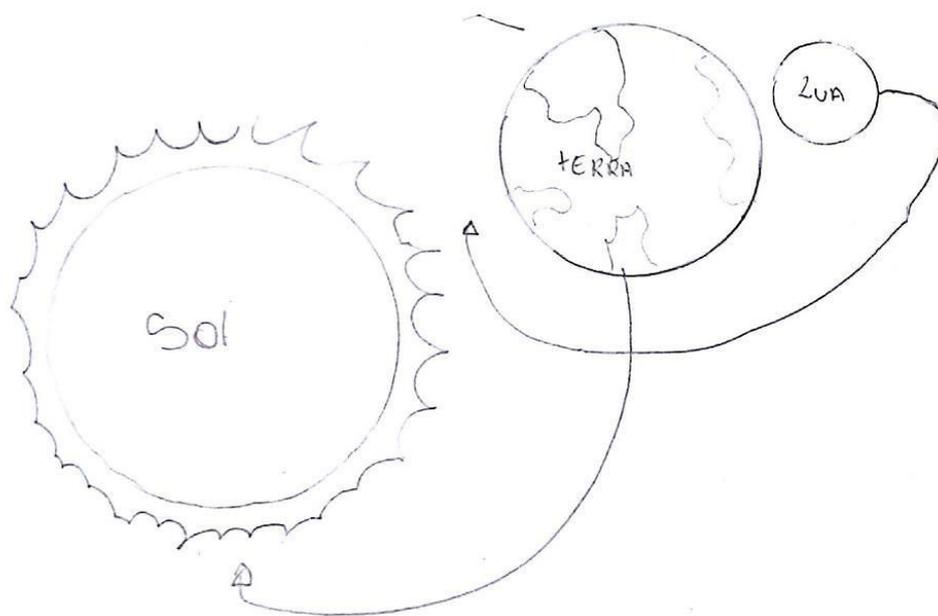
Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E14 antes:

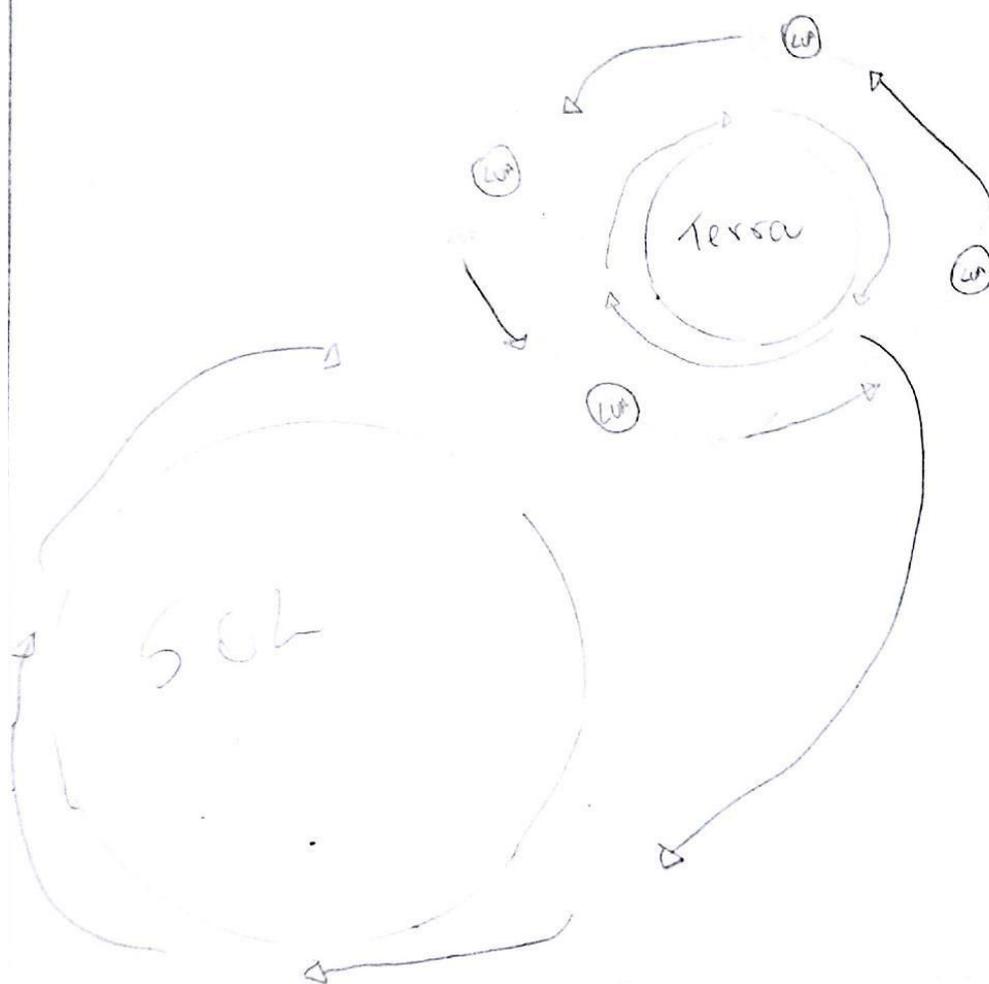
Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.

A terra gira em torno do Sol e de seu próprio eixo (movimento de rotação e translação) e a lua gira em torno da terra.



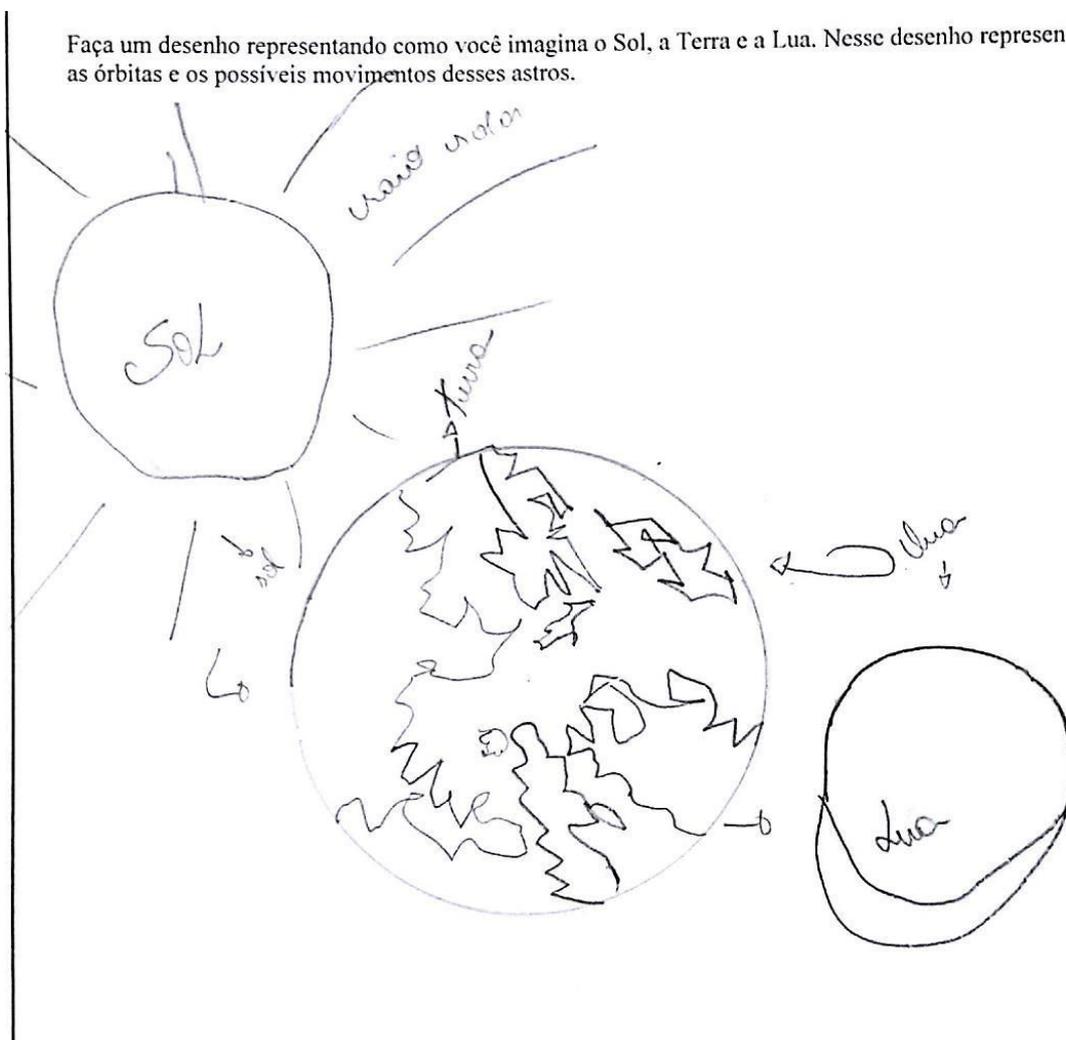
E14 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



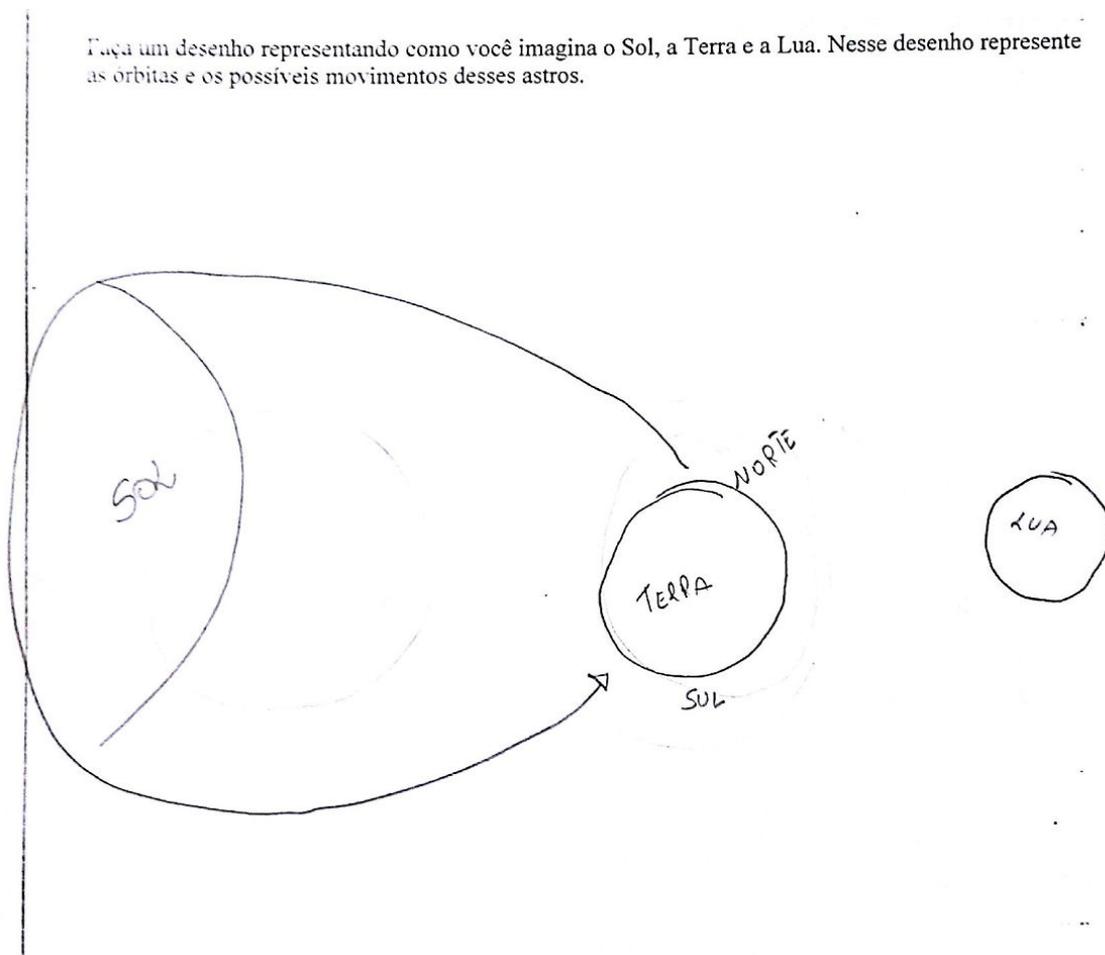
E15 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



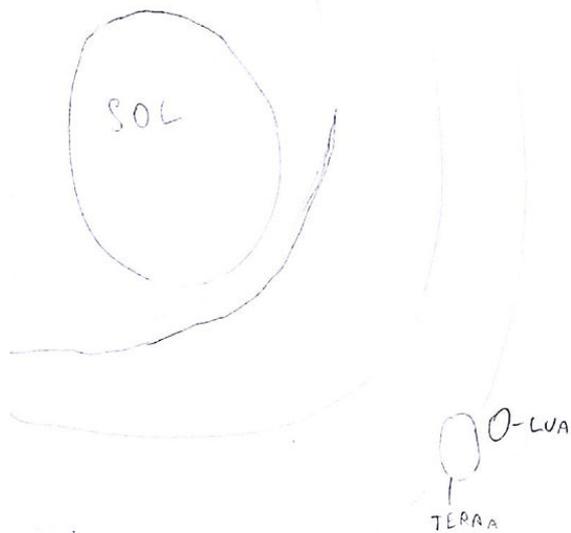
E15 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E16 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E16 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.

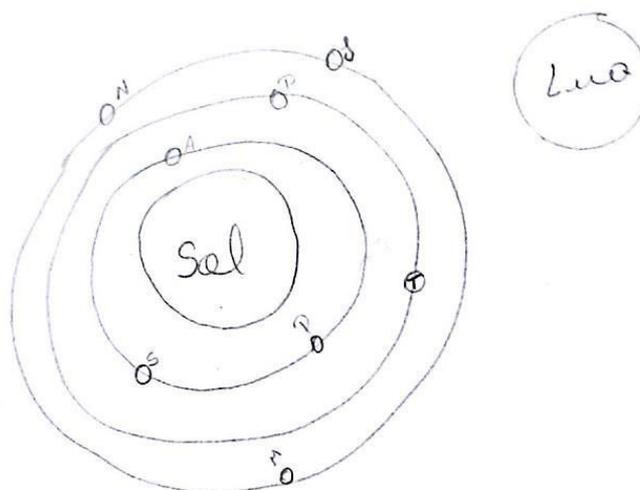


E17 antes:

Este estudante faltou a essa aplicação.

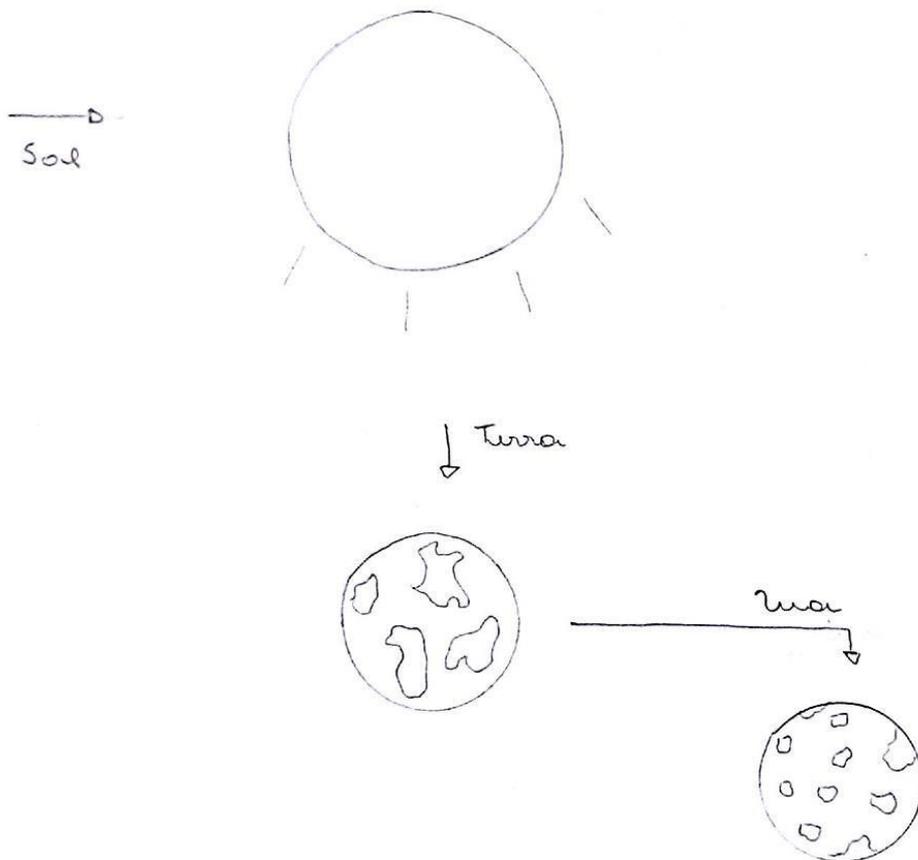
E17 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



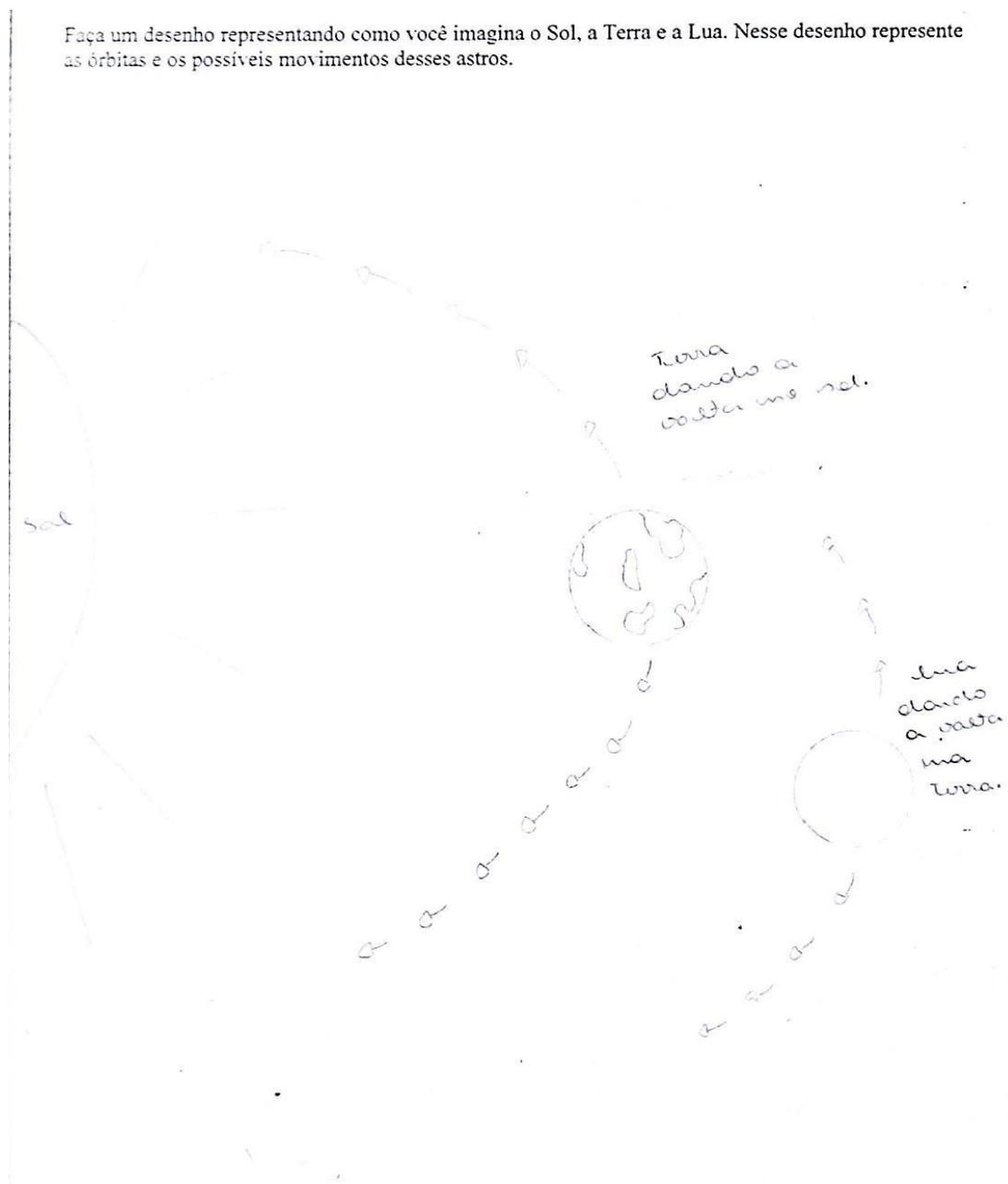
E18 antes:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



E18 depois:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.



Apêndice C

Transcrições das respostas aos questionários

Apresentamos em seguida, as respostas que classificamos como “antes” e “depois” dadas pelos estudantes a cada uma das questões do questionário aplicado no início e ao final da UEPS, indicando a eventual resposta à opção “sim ou não” e, em sequência, as respostas a cada um dos itens de cada questão. O questionário é composto de oito questões. Na apresentação das respostas utilizamos a nomenclatura: letra “E” (de “estudante”) seguida de um número de 01 a 21 para identificação dos estudantes que participaram do trabalho.

Enunciado da questão 1:

Você conhece ou já ouviu falar sobre o fenômeno de marés?

() Não.

() Sim. Neste caso, diga:

Como é este fenômeno?

Onde ele ocorre?

Quando ele ocorre?

Respostas dos estudantes:

E01 antes:

Sim.

“Já ouvi falar, mas não sei como explicar direito, acho que por causa da gravidade ou alguma coisa a ver com o sol.”

“No mar”

“Não sei se é de dia ou noite”

E01 depois:

Sim.

“É quando as marés mudam de acordo com a posição da lua.”

“Em mares.”

“Dependendo do lugar em que a lua estiver.”

E02 antes:

Sim.

“já ouvi falar mas não sei o que é.”

“No mar.”

“Eu acho que é quando muda as fases da Lua”

E02 depois:

Sim.

“As marés ficam acima da média em determinada fase da Lua.”

“No mar.”

“nas super Luas.”

E03 antes:

Sim.

“Quando o mar está muito cheio alto”

“no mar.”

“Em dias de chuva”

E03 depois:

Sim.

“É o mar muito forte, que esta violento”

“Em praias, mar”

“Quando a Lua esta mais proxima da Terra”

E04 antes:

Não.

Sem resposta

Sem resposta

Sem resposta

E04 depois:

Sim.

“mas não me lembro”

“não me lembro”

“ocorre nas Fases das Luas”

E05 antes:

Sim.

“Eu já ouvi fala mais não sei explica”

“Nos mares”

“aconte e mais nas época de Lua cheia”

E05 depois:

Sim.

Sem resposta

“em lugares aportos e grande como a praia.”

“nas Luas novas e cheias.”

E06 antes:

Sim.

“não sei fala professo”

“no mar”

“ocorre quase toda noite”

E06 depois:

Sim.

“fenomenos de marés é os fenomenos que provocam as ondas como marés alta e

baixa marés altas são as segidia es baixas quadratura”

“no mar”

“ele ocorre quando tem lua nova e cheia crescente e minguante”

E07 antes:

Sim.

“já ouvi falar mas não sei explicar.”

“no mar”

“Dia e noite”

E07 depois:

Sim.

“A lua e sol exercem gravidade sobre a maré fazendo com que ocorra marés altas e baixas.”

“na maré”

“Todos os dias”

E08 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E08 depois:

Sim.

“Este fenómeno é quando as marés sobem e dessem, fazendo com que ocorra as marés altas e baixas, isso ocorre todos os dias, em 6:12 em 6:12, ou seja sempre que se passar 6h e 12 min vai estar acontecendo uma maré alta ou baixa.”

“Nos mares”

“Ocorre quando quando tem as luas novas e cheias”

E09 antes:

Sim.

“Já ouvi falar, mas não sei explicar”

“Nas mares”

E09 depois:

Sim.

“É como se aumentasse ou diminuisse as águas dos oceanos de maneira intensa.”

“Nos oceanos”

“Ocorre quando há uma força de atração entre o sol e a lua”

E10 antes:

Sim.

“Já ouvi falar mas não sei explicar”

Sem resposta

“Quando o tempo muda e as marés ficam cheias”

E10 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E11 antes:

Sim.

“Ja ouvi falar mais não sei explicar”

“no mar”

“Eu penso que isso ocorre A noite”

E11 depois:

Sim.

“ele ocorre pela gravidade da lua sobre a terra”

Sem resposta

“de 6 em 6 horas ocorre marés e são 4 por dia 2 de dia e 2 a noite”

E12 antes:

Sim.

“não sei explicar, mas eu já ouvi falar algumas vezes”

“no mar.”

“quando o mar sobe, eu acredito.(sobe o nível da água.)”

E12 depois:

Sim.

“É quando a maré ultrapassa o seu limite que é considerado o ‘normal’, mas isso não tem haver com a quantidade de água do mar, e sim com a fase da lua.”

“no mar.”

“nas luas nova e cheia.”

E13 antes:

Não.

“Nunca ouvir falar”

“Não sei”

“Não sei”

E13 depois:

Sim.

“mais não sei explica.”

Sem resposta

Sem resposta

E14 antes:

Sim.

“Ja ouvi falar mas não sei como ocorre.”

“No mar”

“Quando a lua fica cheia”

E14 depois:

Sim.

“Os fenomenos de marés é quando ocorre uma deformação na massa liquida”

“na parte da Terra que está virada para o sol e do lado oposto da Terra também.”

E15 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E15 depois:

Sim.

“É o fenômeno que determina 4 marés por dia (2 mais intensas e 2 menos

intensas) devido a influencia da lua.”

“nos oceanos da Terra”

“Durante o período de 24h e 12 minutos.”

E16 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E16 depois:

Sim.

“Este fenomeno em razão do movimento periódico de subida e decida do nível da água, produzindo as marés altas e marés baixas.”

“Ocorre em luas cheia e nova.”

E17 antes:

Não.

Sem resposta.

Sem resposta.

Sem resposta.

E17 depois:

Sim.

Sem resposta.

“Aonde tem bastante agua ou seja no mar.”

“na mare baixa e alta”

E18 antes:

Não.

Sem resposta.

Sem resposta.

Sem resposta.

E18 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E19 antes:

Sim.

“Já ouvi Falar, mais não sei Explicar”

“Nos mares.”

“Quando a maré sobe.”

E19 depois:

Sim.

“Ele é Alto e baixo.”

“Nas marés.”

“Ele ocorre nas 4 fases da lua: Lua Cheia, Lua Nova, Lua Minguante e Lua crescente.”

E20 antes:

Sim.

“Eu já ouvir falar mas não sei explicar”

“todos os dias”

Ele ocorre de noite e as vezes tarde”

E20 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E21 antes:

Não.

“Não sei explicar”

“Não sei”

“Não sei”

E21 depois:

Sim.

“O fenômeno de marés está ligado com a relação que o sol e a lua exerce sobre a Terra.”

“somente em áreas onde existe uma grande quantidade de massa, como os oceanos.”

“Ocorre as marés mais altas na lua nova e cheia e as menores nas lua crescente e crescente.”

Enunciado da questão 2:

O que você acha que causa o fenômeno de marés ?

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:

Respostas dos estudantes:

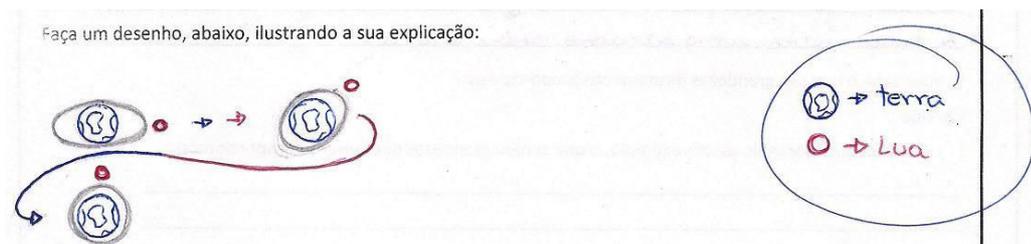
E01 antes:

“A força da gravidade.”

“Ñ sei desenhar explicando como!”

E01 depois:

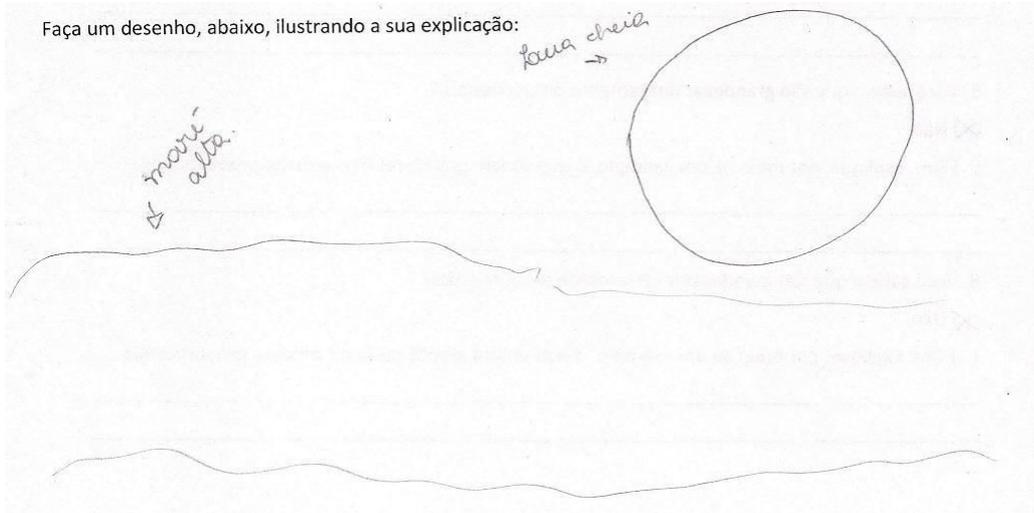
“A lua e um pouco pelo sol.”



E02 antes:

“As fases da Lua”

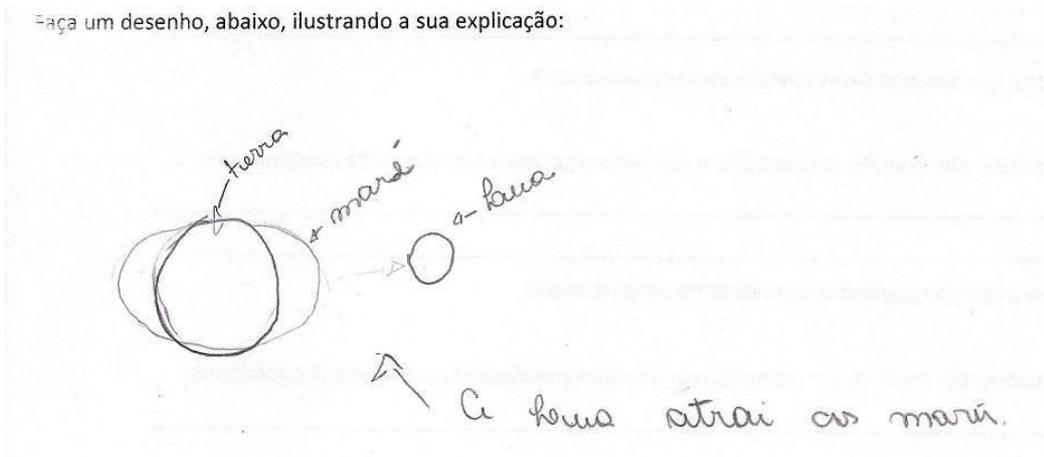
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E02 depois:

“A Lua.”

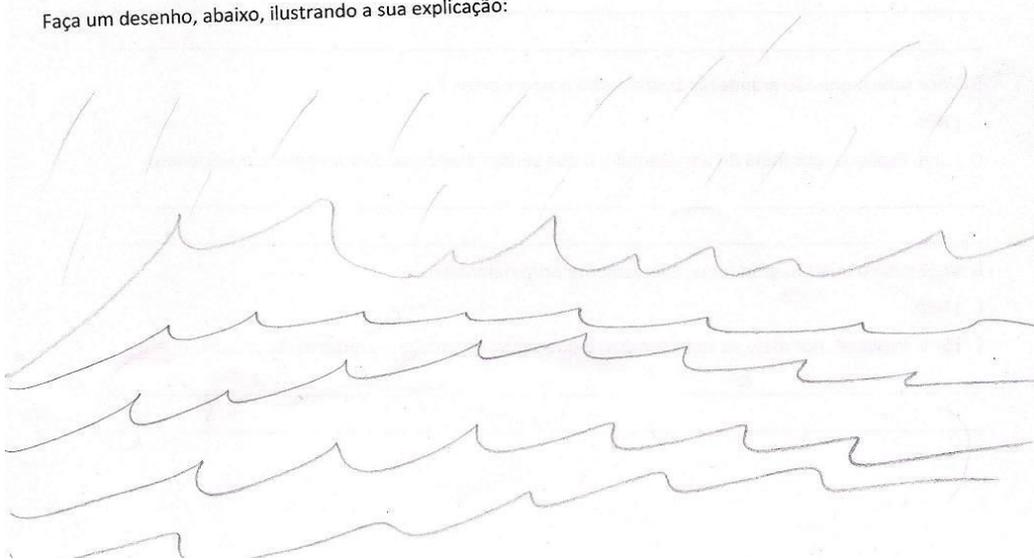
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E03 antes:

“Eu não acho bom porque ele disse ser muito violento”

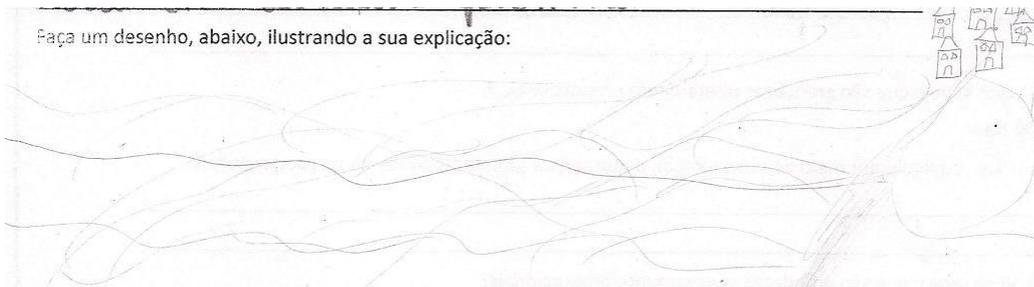
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E03 depois:

“Causa destruições para pessoas donos de comercios perto do local onde ocorre esse fenômeno.”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E04 antes:

“não sei”

Sem desenho.

E04 depois:

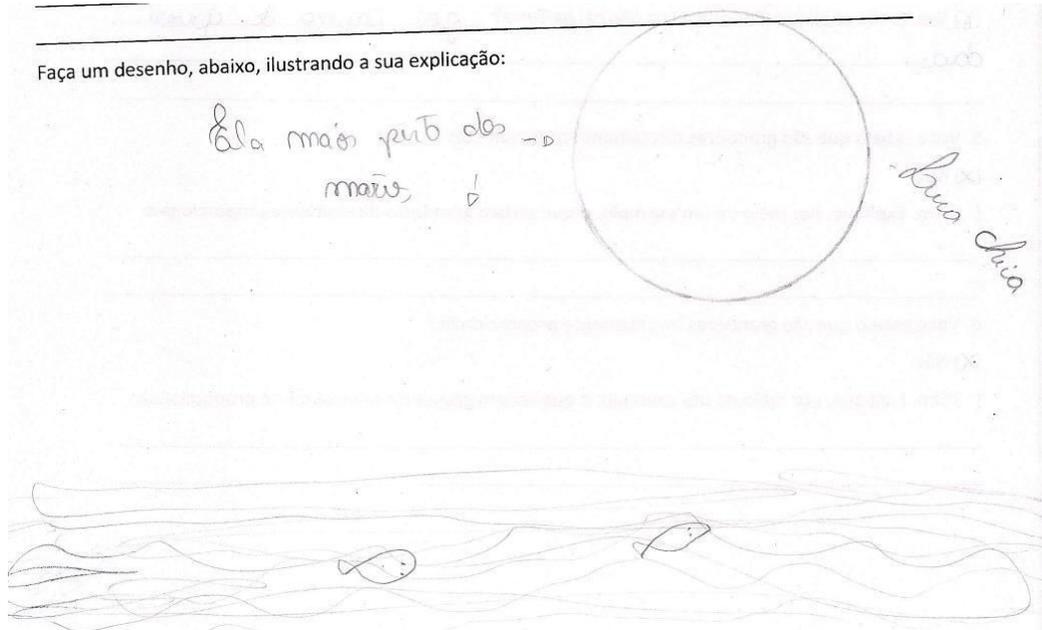
“O fenômeno das merés é muito importante porque muitas pessoas por exemplo vê as praias enchendo tomando conta das casas por exemplo no Rio de Janeiro as casas so 30% do nivel do mar e as pessoas acham que o mundo esta se acabando mas só é as fases da lua com os fenômenos das marés.”

Sem desenho.

E05 antes:

“A Lua”

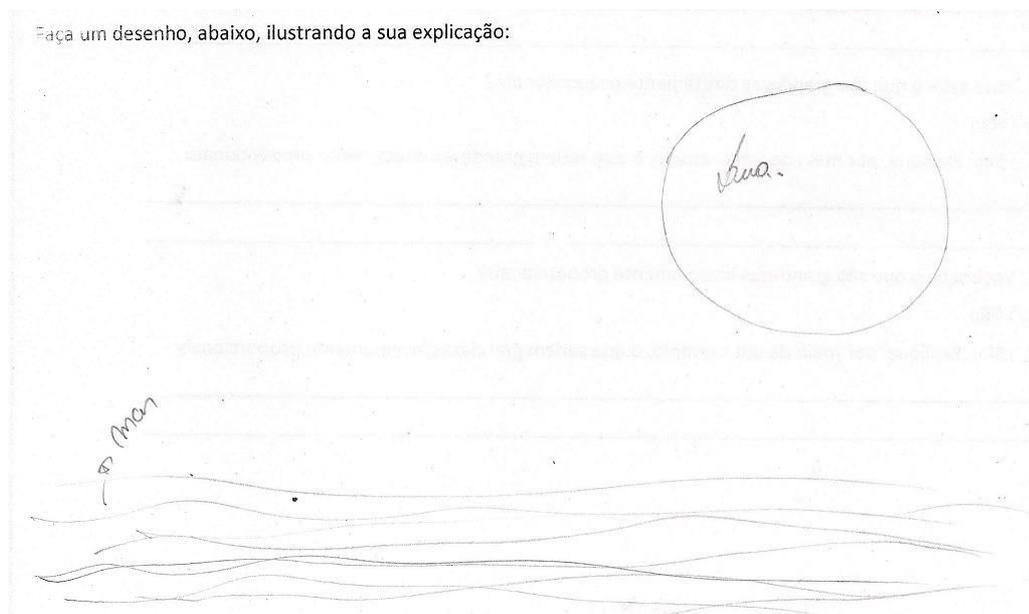
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E05 depois:

“a causas desse fenomenos são as fases da Lua.”

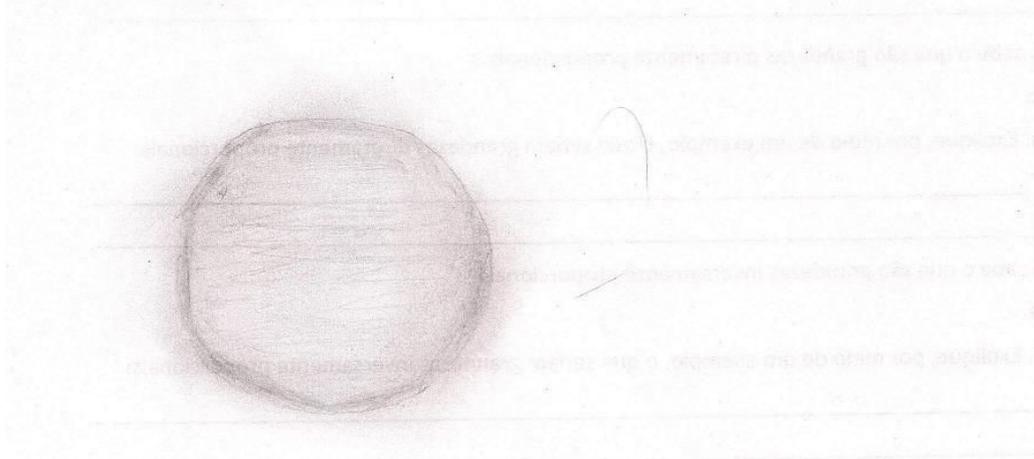
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E06 antes:

“a lua”

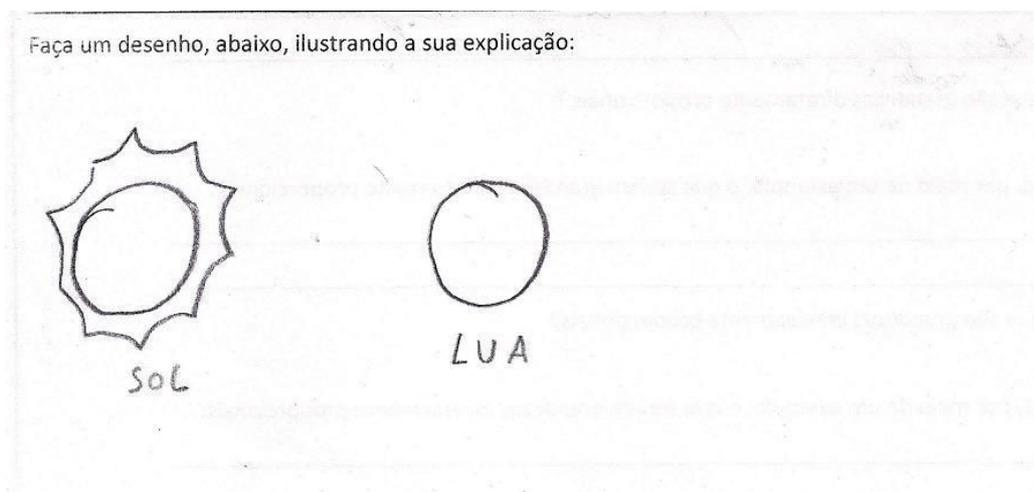
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E06 depois:

“eu acho que é provocada pelo sol e pela lua”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:

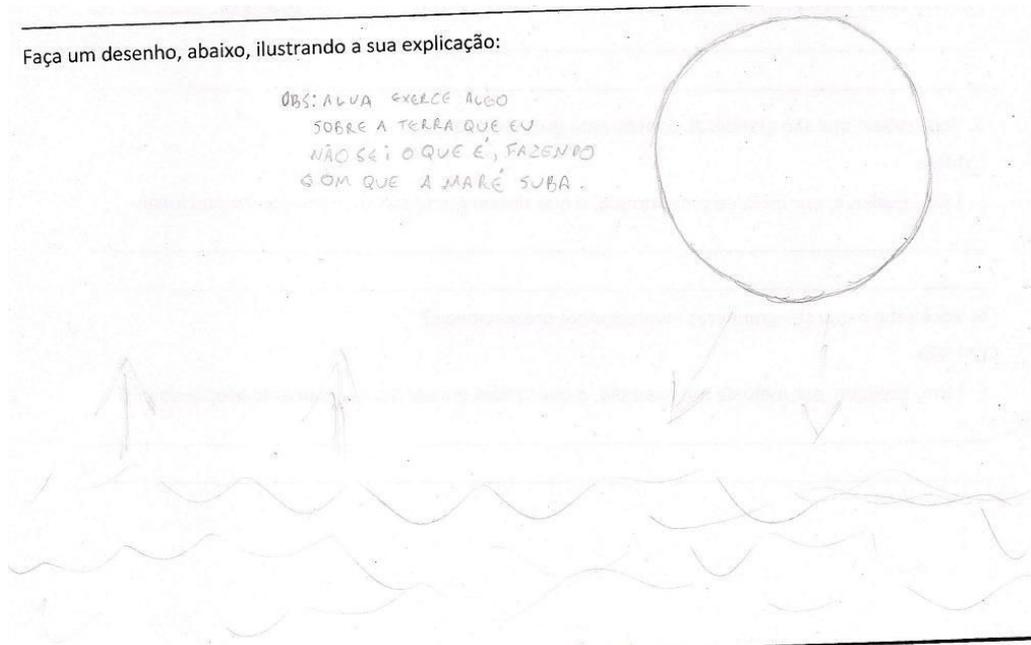


E07 antes:

“A lua”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:

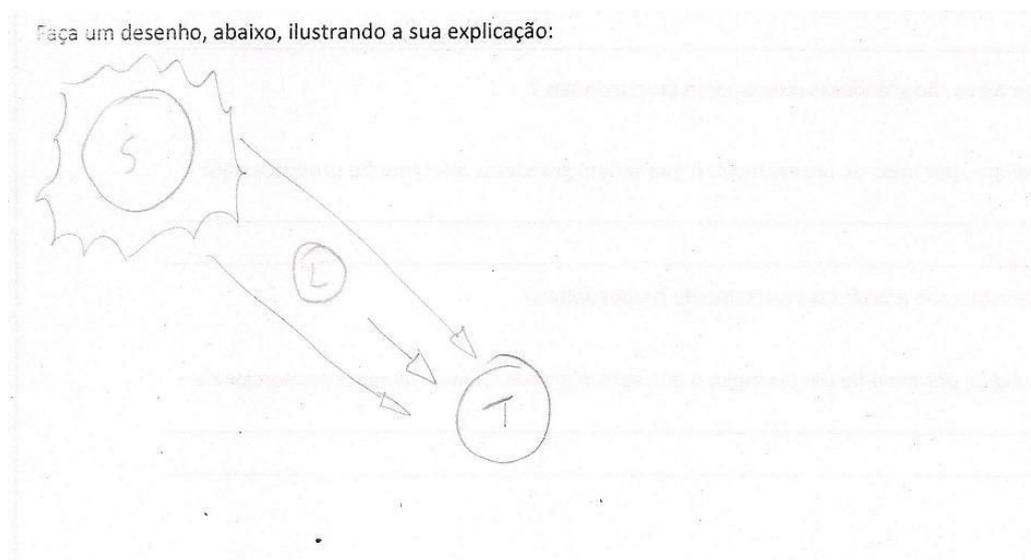
OBS: A LUA EXERCE ALGO
SOBRE A TERRA QUE EU
NÃO SEI O QUE É, FAZENDO
COM QUE A MARÉ SUBA.



E07 depois:

“A gravidade da lua e do Sol”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E08 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E08 depois:

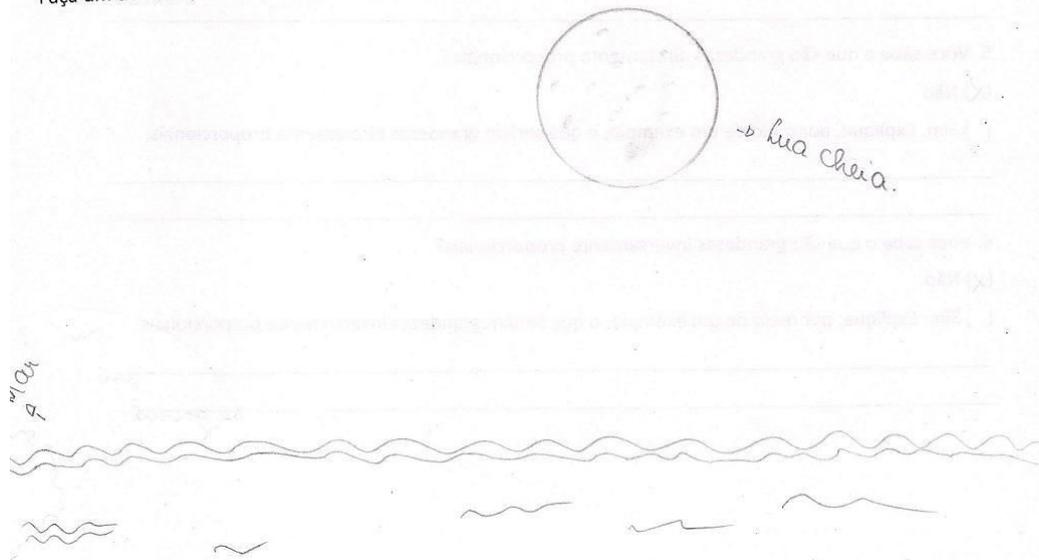
“As fases que a Lua”

Sem desenho.

E09 antes:

“A lua.”

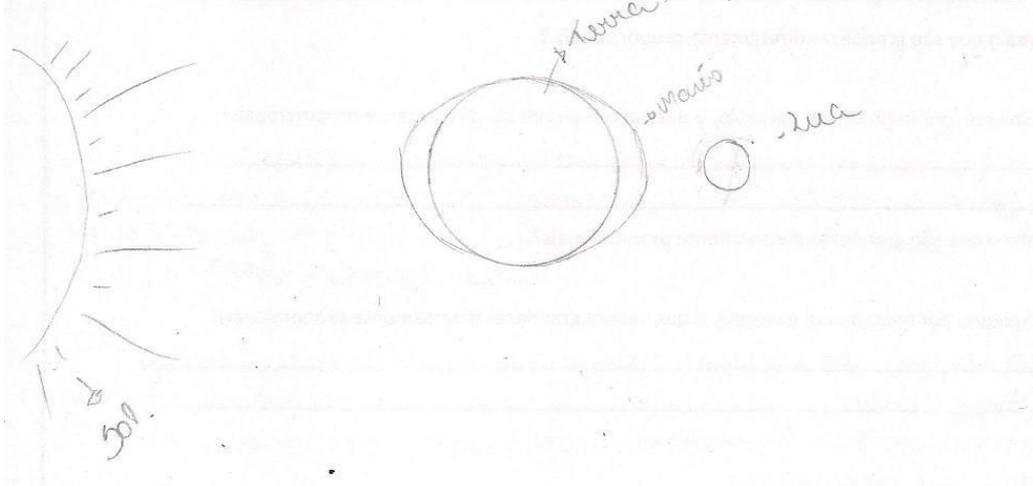
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E09 depois:

“A força de atração entre o Sol e a Lua.”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E10 antes:

“O mal tempo.”

“Não sei”

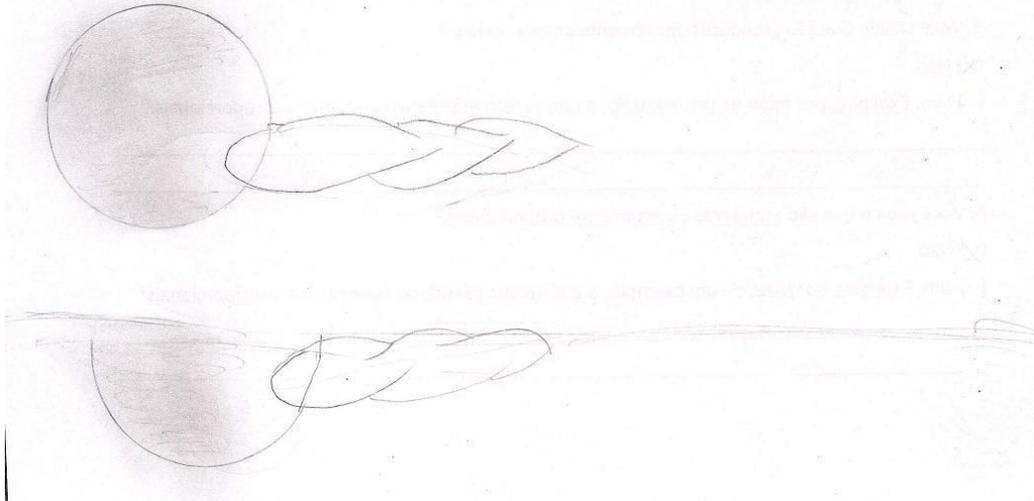
E10 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E11 antes:

“Eu Acho que é a lua e a gravidade”

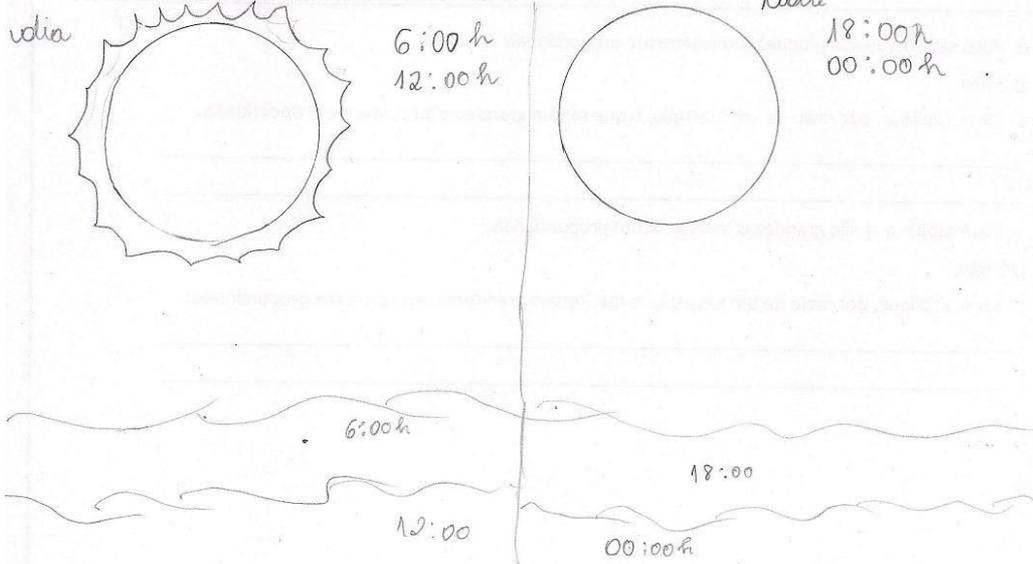
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E11 depois:

“A lua ea gravidade que puxa”

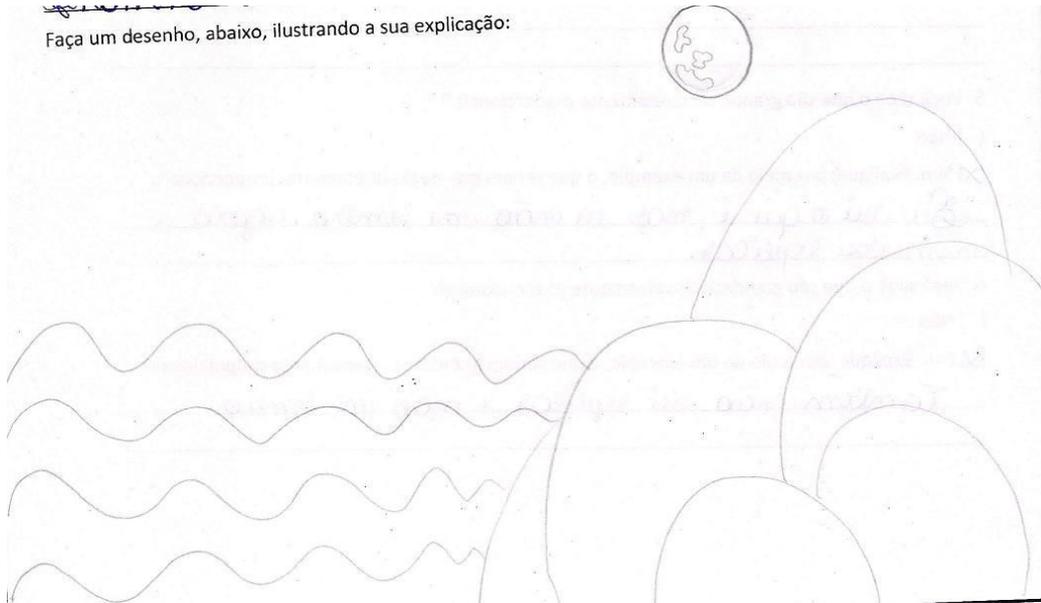
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E12 antes:

“a gravidade. Eu acredito que a gravidade da lua leve este fenômeno a acontecer.”

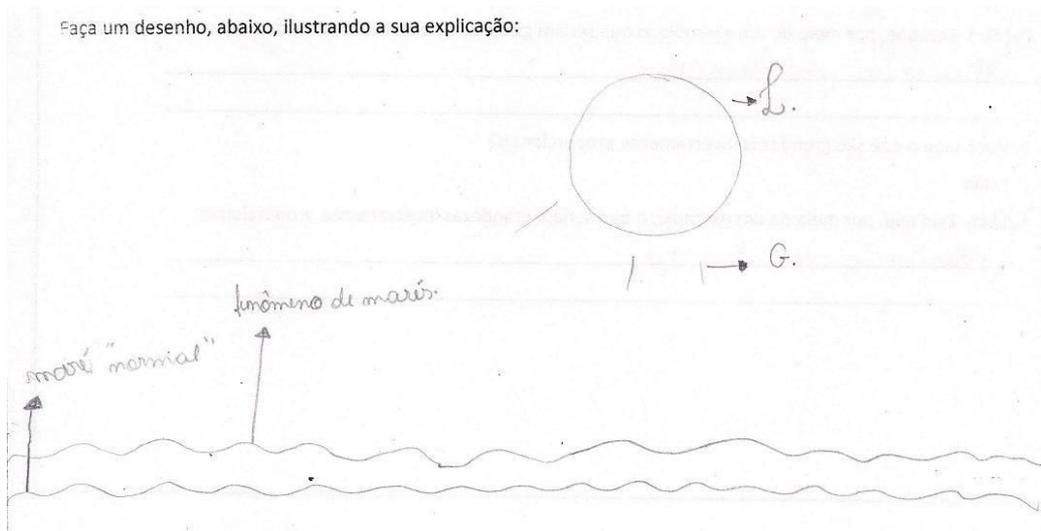
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E12 depois:

“A força gravitacional.”

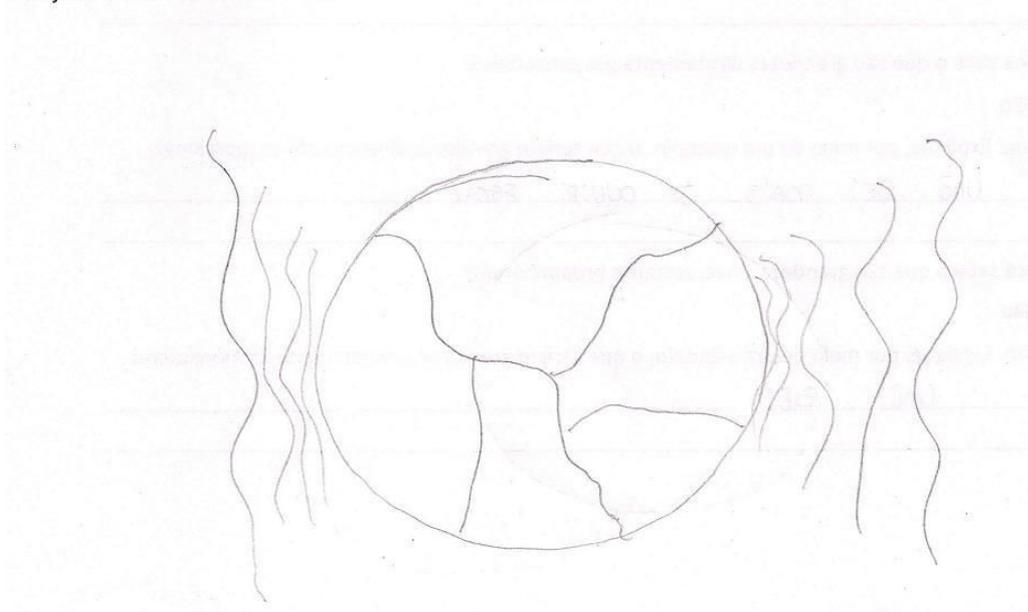
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E13 antes:

“As tubulências da terra.”

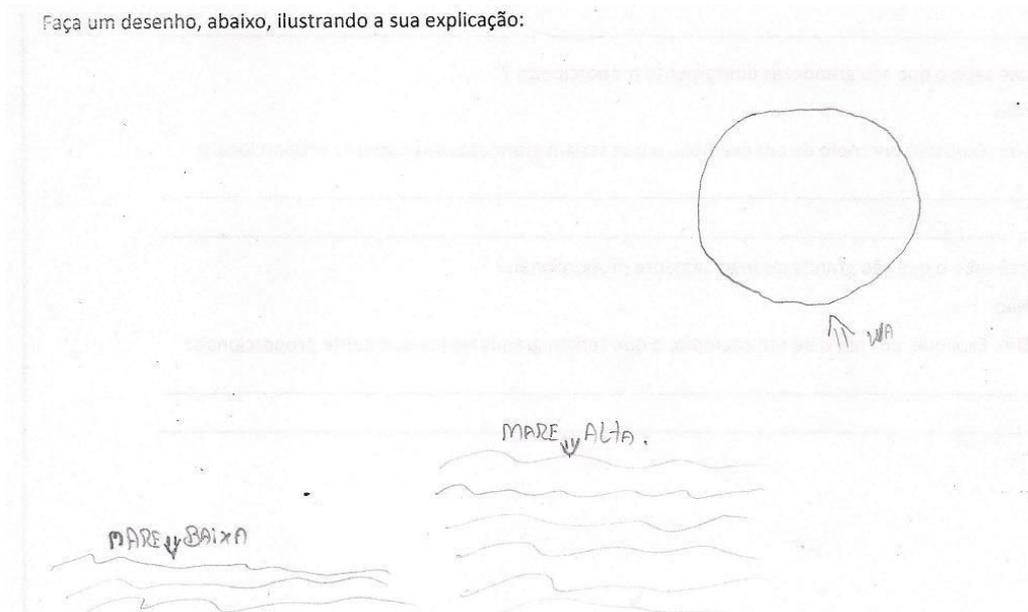
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E13 depois:

“Ela ocorre pela a Lua di tarde a mare ta alta e de manha ela ta baixa.”

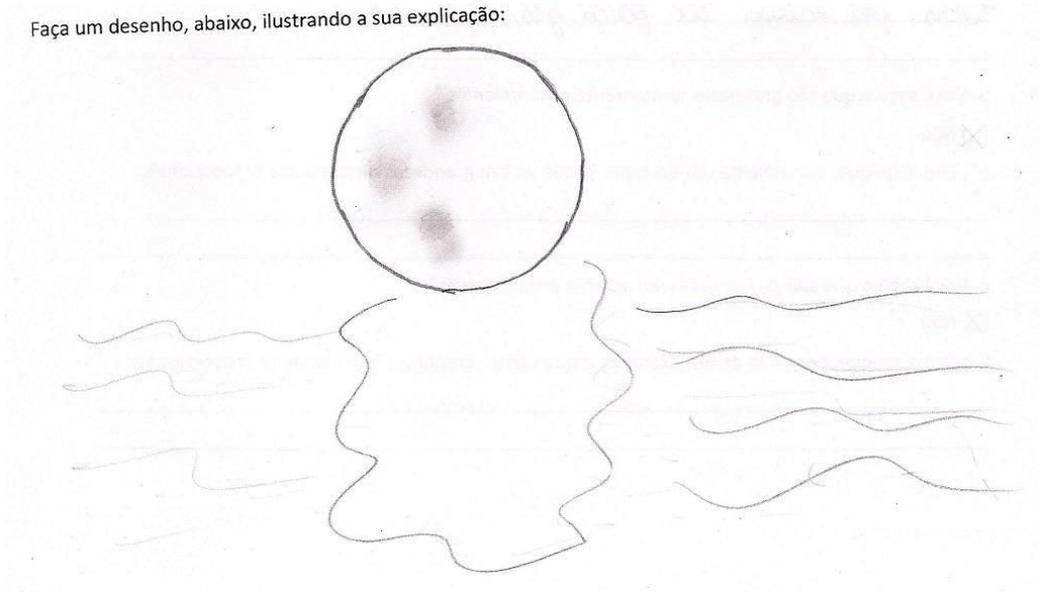
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E14 antes:

“acho que tem haver com a lua”

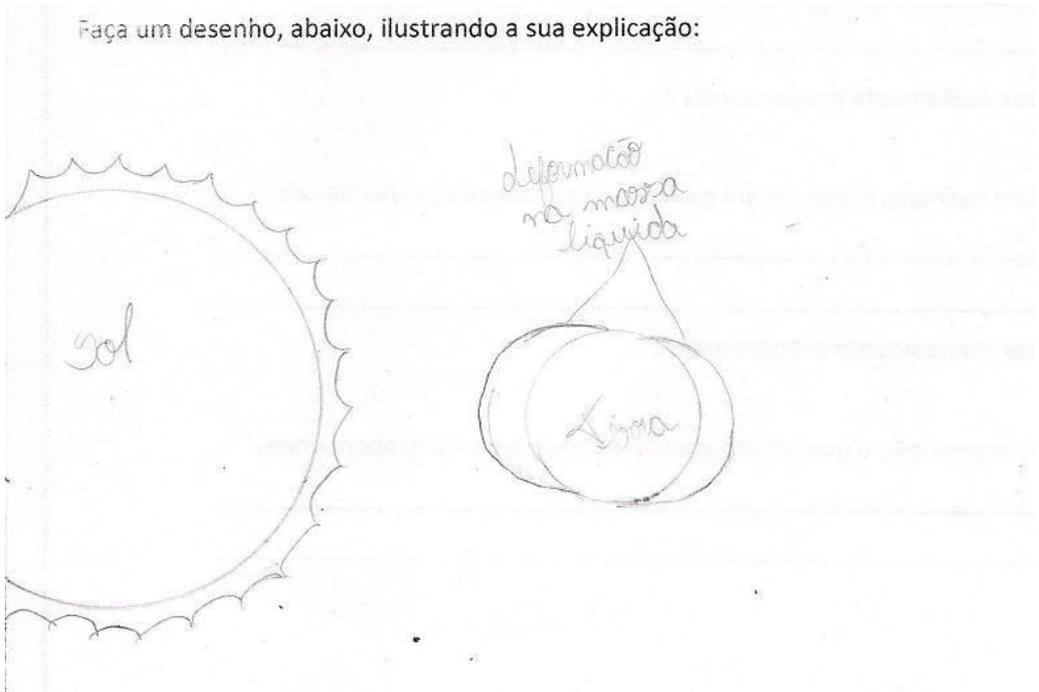
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E14 depois:

“Os fenômenos de marés são de acordo com as fases da lua.”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



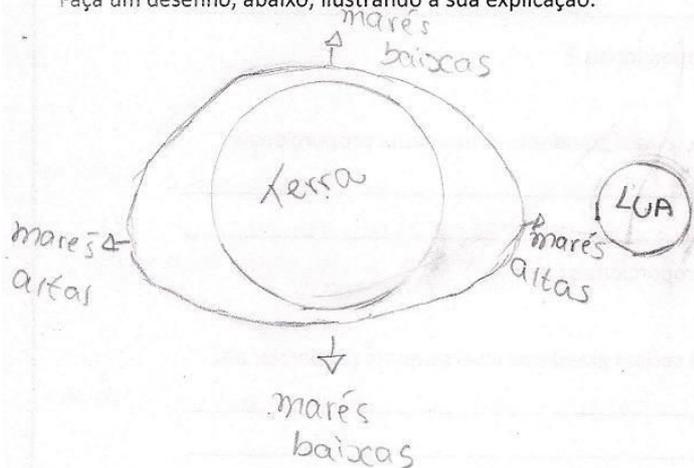
E15 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E15 depois:

“A força que a lua exerce sobre a terra.”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E16 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E16 depois:

“As marés são causadas pela atração do Sol e da lua sobre as águas do mar”

Sem desenho.

E17 antes:

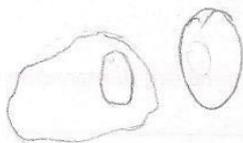
“Acho que tem aver com a lua”

Sem desenho.

E17 depois:

“quando a terra esta longe ou perto do sol”

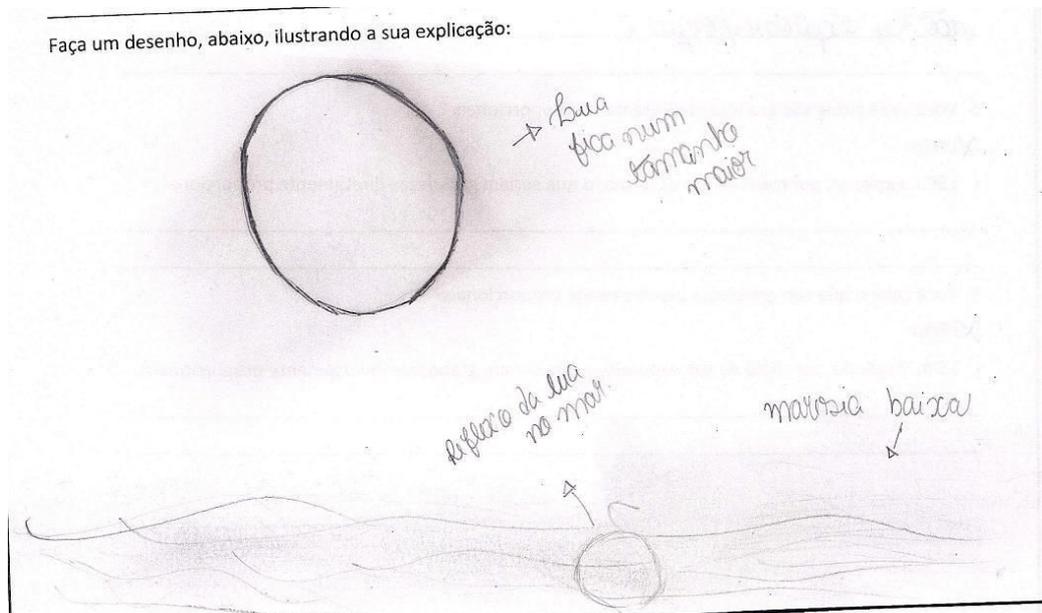
Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E18 antes:

“A maresia muda conforme outro astro, ou seja, a lua por exemplo.”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



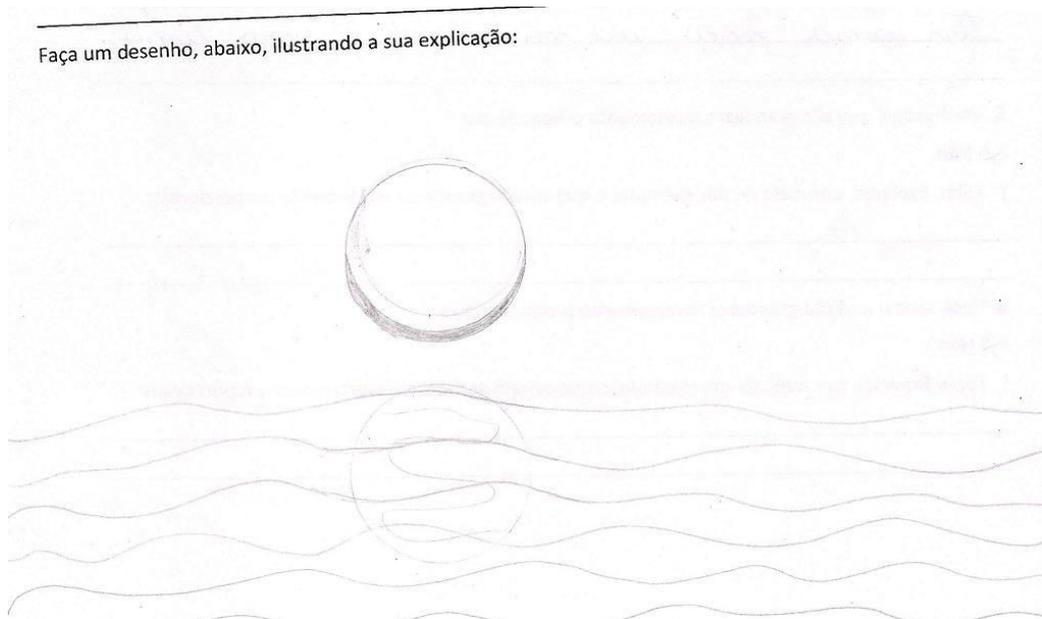
E18 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E19 antes:

“A lua.”

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:



E19 depois:

“O que causa isso é a gravidade da Lua com a terra, e de acordo que a terra gira a posição que está; e ai acontece o fenomeno.”

Sem desenho.

E20 antes:

“Quando o mara tá em movimento etc...”

Sem desenho.

E20 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

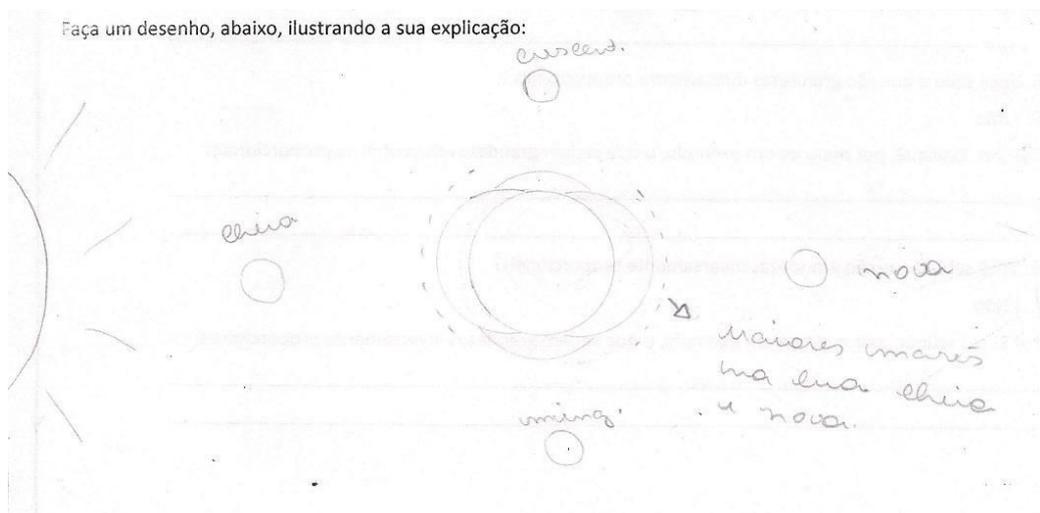
E21 antes:

“Não sei”

“Não sei explicar.”

E21 depois:

“A relação do sol a Terra e a lua.”

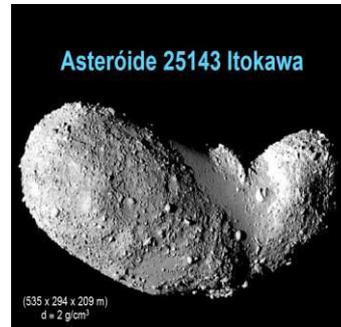


Enunciado da questão 3:

A primeira imagem abaixo é do planeta Terra visto do espaço e, a segunda, de um asteroide:



Terra vista do espaço.



Asteroide Itokawa.

Por que será que os planetas, como a Terra, são redondos, enquanto que os asteroides, como o Itokawa, têm formas irregulares? O que você acha?

Respostas dos estudantes:

E01 antes:

“não sei”

E01 depois:

“Talvez porque a terra demorou bilhões de anos para conseguir essa forma, já ele não teve o mesmo tempo da terra.”

E02 antes:

“não sei.”

E02 depois:

Sem resposta.

E03 antes:

Sem resposta.

E03 depois:

Sem resposta.

E04 antes:

“Pra min talvez a Terra é redonda e o Sol gira em torno dele eo ateroide não é vivo e não passa lua e nem sol.”

E04 depois:

“na minha opinião a terra é redonda faz com que o sol gira em torno dela em 365 dias um ano e o ateroide não tem vida eu acho”

E05 antes:

“Não Sei”

E05 depois:

Sem resposta.

E06 antes:

“O planetas são redondos por causa da gravidade já os asteroides não tem gravidade ele são pedaços de planetas e perderam a gravidade”

E06 depois:

“que o ateroide é uma parte de um planeta que foi destruido e perdeu a gravidade o planeta Terra é redondo por causa da gravitação”

E07 antes:

“Não sei”

E07 depois:

“Não sei explicar”

E08 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E08 depois:

“Eu acho que o planeta está sempre em sua orbita, e os asteroides estão sempre se chocando um com o outro, por isso tem esse formato irregular.”

E09 antes:

“Não sei”

E09 depois:

“Porque a terra tem uma força de atração entre o sol, lua e outros planetas que a impede de ficar de modo irregular.”

E10 antes:

“O planeta e redondo porque gira em torno do sol e da lua, o os asteroides tem forma desenformada.”

E10 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E11 antes:

“Eu acho que são pedassos de Rochas de outros planetas que soltam e formatos diferentes.”

E11 depois:

“porque os asteroides são pedaços de rochas de outros planetas”

E12 antes:

“não faço a mínima ideia de como, e porque seja assim.”

E12 depois:

“Porque a força gravitacional que puxa a terra para o núcleo é uma só em todos os lados, mantendo-na sempre redonda, diferente deste asteróide.”

E13 antes:

“Porque ele não deve o formato que devia”

E13 depois:

“Por causa da gravidade”

E14 antes:

“Porque a Terra é um astro e o asteroide é um pedaço de pedra solto pelo espaço.”

E14 depois:

“gravitação universal”

E15 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E15 depois:

“Porque na terra, existe uma força determinada centrífuga, que atrai os corpos e as massas para o centro.”

E16 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E16 depois:

“Porque existe a ação da força da gravidade. Essa mesma força que nos mantém sobre o chão, pois ela puxa tudo em direção ao centro do planeta.”

E17 antes:

Sem resposta.

E17 depois:

“Porque a terra tem mais massa.”

E18 antes:

“Por suas deformações e por estarem expostos ao espaço sem nenhuma camada de proteção e também por não terem um único eixo.”

E18 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E19 antes:

“Eu acho que quando os asteroides flutuam no espaço e vão batendo-se um contra o outro e ficam irregulares.”

E19 depois:

“Os planetas estão sempre no mesmo alinhamento, já os asteroides estão flutuando sobre o ar e sempre se chocam um com outro.”

E20 antes:

“Não sei explicar.”

E20 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E21 antes:

“Não sei, nunca me explicaram e eu nunca parei pra pensar sobre isso.”

E21 depois:

“Os planetas são redondos devido a força de atração que existe no centro do planeta, que os atrai, já os asteróides não possuem essa atração. Por isso tem formas irregulares.”

Enunciado da questão 4:

A Terra exerce uma força de atração sobre a Lua?

() Não

() Sim. Então explique: Por que a Lua não cai na Terra?

Respostas dos estudantes:

E01 antes:

Sim.

“não sei explicar.”

E01 depois:

Sim.

“Por causa da gravidade, pela massa da terra ser maior que a da lua, a terra exerce uma atração sobre a lua.”

E02 antes:

Sim.

“Por causa da gravidade”

E02 depois:

Sim.

“A força gravitacional”

E03 antes:

Sem resposta.

Sem resposta.

E03 depois:

Sim.

“Por que a Terra é um Planeta.”

E04 antes:

Sem resposta.

“Porque elas ficam distante uma das outras.”

E04 depois:

Sim.

“Porque no espaço não há oxigênio.”

E05 antes:

Sim.

“por causa da gravidade”

E05 depois:

Sim.

“pela força gravitacional que ela exerce”

E06 antes:

Sim.

“Por causa da gravidade e da atmosfera”

E06 depois:

Sim.

“por causa da força gravitacional ou força de atrito que existe sobre eles”

E07 antes:

Sim.

“Não sei explicar”

E07 depois:

Sim.

“Não sei explicar”

E08 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E08 depois:

Sim.

“A lua não cai por conta da gravidade do espaço que faz com que nem os planetas caiam.”

E09 antes:

Sim.

“Por causa da gravidade.”

E09 depois:

Sim.

“Não sei explicar”

E10 antes:

Sim.

“Por que a lua dá o brilho (luz) a Terra.”

E10 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E11 antes:

Sim.

“porque tem gravidade e não tem Ar e sim a gravidade que faz flutuar”

E11 depois:

Sim.

“pela força gravitacional”

E12 antes:

Sim.

“Porque da gravidade.”

E12 depois:

Sim.

“força gravitacional. Tanto a Terra exerce essa força sobre a Lua, como a Lua exerce essa força sobre a Terra.”

E13 antes:

Não.

“Não sei por que a lua não cai a terra.”

E13 depois:

Não.

Sem resposta.

E14 antes:

Sim.

“A lua não cai na Terra por causa da força gravitacional”

E14 depois:

Sim.

“A lua não cai na Terra por causa de uma força chamada gravidade.”

E15 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E15 depois:

Sim.

“Porque a lua também exerce uma força sobre a terra”

E16 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E16 depois:

Sim.

“A força de atração gravitacional, do sistema lua-Terra, gera uma aceleração centrípeta que aponta para o centro da Terra. Existe uma velocidade responsável pela órbita da lua ao redor da Terra.”

E17 antes:

Sim.

“por causa da gravidade”

E17 depois:

Sim.

Sem resposta.

E18 antes:

Sim.

“não sei explicar porque.”

E18 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E19 antes:

Sim.

“A lua não cai porque tem uma força que puxa a lua para cima.”

E19 depois:

Sim.

“Por causa da força da gravidade. Seria como se tivesse uma linha ligando a Terra na lua e deixasse um espaço ente os dois.”

E20 antes:

Sim.

“Não sei explicar”

E20 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E21 antes:

Sim.

“Não sei explicar, na verdade eu não sabia que isso poderia acontecer.”

E21 depois:

Sim.

Sem resposta.

Enunciado da questão 5:

Você sabe o que são grandezas diretamente proporcionais ?

() Não

() Sim. Explique, por meio de um exemplo, o que seriam grandezas

diretamente proporcionais:

Respostas dos estudantes:

E01 antes:

Sim.

Sem resposta.

E01 depois:

Não.

Sem resposta.

E02 antes:

Não.

Sem resposta.

E02 depois:

Não.

Sem resposta.

E03 antes:

Sem resposta.

Sem resposta.

E03 depois:

Não.

Sem resposta.

E04 antes:

Não.

Sem resposta.

E04 depois:

Não.

“não me alembro”

E05 antes:

Não.

Sem resposta.

E05 depois:

Não.

Sem resposta.

E06 antes:

Não.

Sem resposta.

E06 depois:

Não.

Sem resposta.

E07 antes:

Não.

Sem resposta.

E07 depois:

Sem resposta.

Sem resposta.

E08 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E08 depois:

Não.

Sem resposta.

E09 antes:

Não.

Sem resposta.

E09 depois:

Sim.

“Um refrigerante custa R\$ 2,50, se a pessoa comprar dois custará R\$ 5,00. O preço cresce de acordo com a quantidade, na grandeza proporcional acontece isso.”

E10 antes:

Não.

Sem resposta.

E10 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E11 antes:

Não.

Sem resposta.

E11 depois:

Não.

Sem resposta.

E12 antes:

Sim.

“Eu sei o que é, mas eu não me lembro agora e nem sei explicar.”

E12 depois:

Sim.

“Mas não me lembro.”

E13 antes:

Não.

“Não sei mas já ouvir falar”

E13 depois:

Não.

Sem resposta.

E14 antes:

Não.

“estudei mas não lembro no momento”

E14 depois:

Não.

“O professor explicou mas não lembro.”

E15 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E15 depois:

Sim.

“São grandezas que quando eu aumento de lado o outro também aumenta. Ex. : Se eu aumentar a quantidade de carne no açougue, eu aumento o preço que irei pagar.”

E16 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E16 depois:

Sim.

“São aquelas que crescem juntas, se o valor de uma aumenta o outro aumenta proporcionalmente. Ex.: 2 blocos juntos pesam 190 kg mas se tenho 3 blocos juntos, pesam 275 kg.”

E17 antes:

Não.

Sem resposta.

E17 depois:

Sim.

“São 2 massas fazendo força sobre ela”

E18 antes:

Não.

Sem resposta.

E18 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E19 antes:

Não.

Sem resposta.

E19 depois:

Não.

Sem resposta.

E20 antes:

Não.

“Não sei”

E20 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E21 antes:

Não.

Sem resposta.

E21 depois:

Sim.

“Não sei explicar”

Enunciado da questão 6:

Você sabe o que são grandezas inversamente proporcionais?

() Não

() Sim. Explique, por meio de um exemplo, o que seriam grandezas

inversamente proporcionais:

Respostas dos estudantes:

E01 antes:

Não.

Sem resposta.

E01 depois:

Não.

Sem resposta.

E02 antes:

Não.

Sem resposta.

E02 depois:

Não.

Sem resposta.

E03 antes:

Sem resposta.

Sem resposta.

E03 depois:

Não.

Sem resposta.

E04 antes:

Não.

Sem resposta.

E04 depois:

Não.

“não me AlemBRo”

E05 antes:

Não.

Sem resposta.

E05 depois:

Não.

Sem resposta.

E06 antes:

Não.

Sem resposta.

E06 depois:

Não.

Sem resposta.

E07 antes:

Não.

Sem resposta.

E07 depois:

Não.

Sem resposta.

E08 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E08 depois:

Não.

Sem resposta.

E09 antes:

Não.

Sem resposta.

E09 depois:

Sim.

“É quando ao mesmo tempo em que diminui algo aumenta outro, e vice versa. É como um desconto em algo, os produtos vão aumentar, mas o preço não subirá de forma proporcional.”

E10 antes:

Não.

Sem resposta.

E10 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E11 antes:

Não.

Sem resposta.

E11 depois:

Não.

Sem resposta.

E12 antes:

Sim.

“Também não sei explicar e não me lembro.”

E12 depois:

Sim.

“Mas não me lembro.”

E13 antes:

Não.

“Não sei”

E13 depois:

Não.

Sem resposta.

E14 antes:

Não.

“estudei mas não lembro no momento”

E14 depois:

Não.

“O professor explicou mas não lembro.”

E15 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E15 depois:

Sim.

“São grandezas que ao aumentar de um lado o outro diminui.”

E16 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E16 depois:

Sim.

“Duas grandezas são inversamente proporcionais, quando uma delas aumenta a outra diminui na mesma razão o tempo e a velocidade são grandezas inversamente proporcionais.”

E17 antes:

Não.

Sem resposta.

E17 depois:

Sem resposta.

Sem resposta.

E18 antes:

Não.

Sem resposta.

E18 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E19 antes:

Não.

Sem resposta.

E19 depois:

Não.

Sem resposta.

E20 antes:

Não.

“Não sei”

E20 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E21 antes:

Não.

Sem resposta.

E21 depois:

Sim.

“Não sei explicar”

Enunciado da questão 7:

Você conhece a expressão abaixo?

$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

() Não

() Sim. Então explique o que ela significa:

Respostas dos estudantes:

E01 antes:

Não.

Sem resposta.

E01 depois:

Não.

Sem resposta.

E02 antes:

Não.

Sem resposta.

E02 depois:

Sim.

“F = força G = gravidade m = massa e d= “

E03 antes:

Sem resposta.

Sem resposta.

E03 depois:

Sim.

“Significa um calculo para saber”

E04 antes:

Sim.

“Já vi esta expressão mas me alembro”

E04 depois:

Não.

“eu acho que estas leis do m (emizinho) e M (emizão) é sobre as leis kelpler”

E05 antes:

Não.

Sem resposta.

E05 depois:

Sim.

“F = força G = gravidade M_1M_2 = massas D = “

E06 antes:

Sim.

“Força igual gravidade vezes massa A vezes massa B sobre densidade ao quadrado”

E06 depois:

Sim.

“não sei explicar direito”

E07 antes:

Sem resposta.

“F = Força, G = Gravidade, M = Massa, D = Densidade.”

E07 depois:

Sim.

“Calculo para descobrir a força gravitacional”

E08 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E08 depois:

Sim.

“F = Força, G = gravidade, $m_A = 1^{\circ}$ massa, $m_B = 2^a$ massa, d = distância”

E09 antes:

Não.

Sem resposta.

E09 depois:

Sim.

“É a equação da força gravitacional onde F é força, G é a constante, as m são massas e d é a distância.”

E10 antes:

Sim.

“Não sei explicar.”

E10 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E11 antes:

Não.

“não dei exatamente o outro professor estava explicando”

E11 depois:

Sim.

“Não sei explicar”

E12 antes:

Sim.

“não me lembro, mas conheço!”

E12 depois:

Sim.

“força = força gravitacional x massa 1 x massa 2 sobre distância ao quadrado.”

E13 antes:

Não.

“Não sei”

E13 depois:

Sim.

“Não si explicar.”

E14 antes:

Não.

Sem resposta.

E14 depois:

Sim.

“Ela significa a lei da gravitação universal”

E15 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E15 depois:

Sim.

“É a formula para calcularmos a força centrífuga”

E16 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E16 depois:

Não.

Sem resposta.

E17 antes:

Não.

Sem resposta.

E17 depois:

Sim.

“Quer saber qual é a força que 2 massa tem sobre elas”

E18 antes:

Sim.

“Para calcular uma massa no espaço, ou um corpo.”

E18 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E19 antes:

Sim.

“Não lembro”

E19 depois:

Sem resposta.

“Matematicamente significa a formula de conta da força, massa ,
gravidade.”

E20 antes:

Sim.

“Não sei explicar”

E20 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E21 antes:

Sim.

“F = força; m = massa; G = gravidade; d = deslocamento.”

E21 depois:

Sim.

“F = força; G = gravitação Universal; m_A e m_B são as diferentes massas; e d^2 = distância.”

Enunciado da questão 8:

Quais são as principais fases da Lua ?

Respostas dos estudantes:

E01 antes:

“Cheia, nova, minguante... ?”

E01 depois:

“minguando, nova, cheia e”

E02 antes:

“chia, menguante, nova e crescente”

E02 depois:

“Cheia, mengrante, nova e crescente”

E03 antes:

Sem resposta.

E03 depois:

“Lua Cheia, Lua nova, Lua crescente e Lua Minguante.”

E04 antes:

“Lua cheia, lua crescente e etc”

E04 depois:

“nova – crescente – minguante e cheia”

E05 antes:

“Minguante, Crescente, nova e cheia.”

E05 depois:

“Crescente, minguante, cheia e nova”

E06 antes:

“crescente, cheia, minguante, nova e decrescente”

E06 depois:

“crescente, minguante nova cheia”

E07 antes:

“minguante, lua nova, lua cheia, crescente e decrescente.”

E07 depois:

“minguante, Lua Cheia, Lua Nova e Crescente.”

E08 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E08 depois:

“Nova, Cheia, Minguante e Crescente”

E09 antes:

“Minguante, nova, crescente e cheia”

E09 depois:

“Lua nova, Lua crescente, lua cheia e lua minguante.”

E10 antes:

“lua nova, lua cheia, lua crescente, lua decrescente e minguante.”

E10 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E11 antes:

“Crescente, cheia, nova, minguante”

E11 depois:

“Nova, Minguante, Cheia, Crescente”

E12 antes:

“Cheia, Minguante, Crescente, nova.”

E12 depois:

“Crescente, nova, Cheia e minguante.”

E13 antes:

“Crecente, minguante, lua nova, lua cheia decrecente não sei oresto”

E13 depois:

“lua nova, lua crescente, lua minguante,”

E14 antes:

“cheia, minguante, crescente”

E14 depois:

“cheia, minguante, nova, e crescente”

E15 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E15 depois:

“Lua nova, Lua cheia, Lua crescente e Lua minguante”

E16 antes:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E16 depois:

“Nova, Cheia, Crescente e minguante.”

E17 antes:

“cresente, decresente, luanova, minguante, lua cheia”

E17 depois:

“lua nova, cheia, cresente e minguante”

E18 antes:

“lua Cheia e minguante”

E18 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E19 antes:

“Lua Crescente, Lua Nova, Quarto Crescente, Lua convexa, Lua Cheia, Quarto Minguante.”

E19 depois:

“Lua Cheia, Lua Nova, Lua Minguante e Lua Crescente.”

E20 antes:

“Não sei”

E20 depois:

Este estudante faltou a esta aplicação.

E21 antes:

“lua cheia, crescente, minguante, decrescente.”

E21 depois:

“Lua minguante, crescente, lua nova e lua cheia.”

Apêndice D

UEPS sobre o Fenômeno das Marés

D.1 Introdução

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é um tipo de sequência didática proposta por Marco Antonio Moreira (2011d), fundamentada principalmente na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (2003), e na premissa básica de que não há ensino sem aprendizagem e que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim.

Com a finalidade de propor uma abordagem diferente da clássica de ensinar e aprender, que é baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno, neste apêndice é apresentada nossa proposta de UEPS para o estudo do Fenômeno das Marés no Ensino Médio, seus objetivos, metodologia e materiais utilizados em sua aplicação piloto, que serviu de base para a presente dissertação.

A abordagem do tema “marés”, sua explicação e conceitos de Física e Astronomia a ele associados, é especialmente indicada para trabalho em escolas situadas em regiões litorâneas, como a Grande Vitória, ES, em que a visualização e vivência de efeitos associados à maré, como a existência dos mangues, é bastante familiar.

D.2 Objetivos

Objetivo Geral:

- Facilitar a aprendizagem significativa sobre o fenômeno das marés nos oceanos, em que consiste e qual é a causa desse fenômeno, relacionando-o com conceitos físicos e fenômenos astronômicos tais como Gravitação Universal e fases da Lua.

Objetivos Específicos:

- Identificar os dois tipos de marés (alta e baixa) e o período de ocorrência;
- Relacionar a ocorrência das marés com a posição da Lua e o movimento de rotação da Terra;
- Relacionar a ocorrência de marés de maior amplitude (marés de sizígia) ou menor amplitude (marés de quadratura) com as posições relativas da Lua e do Sol (fases da Lua);
- Compreender o comportamento da força gravitacional com a distância;
- Relacionar o formato da deformação dos oceanos da Terra com as forças diferenciais produzidas pela atração gravitacional da Lua;
- Relacionar o fato de a Lua apresentar somente uma face voltada para a Terra com a força de maré;
- Identificar a ocorrência e efeitos do fenômeno das marés em outros corpos do Sistema Solar;

D.3 Síntese das etapas e objetivos didáticos da UEPS:

Apresentamos por meio do quadro D1, uma proposta sintetizada das etapas da UEPS, juntamente com os objetivos de cada etapa e sugestões de ferramentas que podem ser utilizadas em cada etapa.

Quadro D1 - síntese das etapas da UEPS

Etapa	Objetivo	Sugestão de ferramentas	Nº de aulas
1 ^a	Estudo do fenômeno das marés.	Planejamento e pesquisa	
2 ^a	Levantamento das concepções iniciais e apresentação da proposta de trabalho.	Desenho livre do sistema Sol-Terra-Lua e questionário	1
3 ^a	Organizadores Prévios.	Problematização utilizando vídeo de entrevista, imagens	2

		em slides e discussão no grande grupo mediadas pelo professor	
4 ^a	Introdução aos conceitos e conteúdos formais sobre marés e Astronomia.	Texto impresso, imagens em slides e discussão no grande grupo mediadas pelo professor	3
5 ^a	Aprofundamento dos conteúdos de Gravitação e atividade prática sobre fases da Lua.	Texto impresso, aula em slides, atividade prática de simulação das fases da Lua, discussão em pequenos grupos e apresentação da síntese da discussão ao grande grupo	3
6 ^a	Simulador das marés e fechamento da UEPS.	Aula expositiva dialogada em quadro com retomada de pontos chaves em discussões interiores e consolidação dos conteúdos com uso de um simulador de marés	2
7 ^a	Avaliação da aprendizagem.	Avaliação somativa individual, observações anotadas em um diário de implementação da UEPS.	1
8 ^a	Avaliação da UEPS.	Observações em uma entrevista coletiva ou observação em uma discussão no grande grupo.	1

D.4 Descrição do processo de implementação por etapa

A seguir, descrevemos uma síntese da experiência de implementação da UEPS por etapa, com a finalidade de esclarecer a proposta apresentada no quadro F3. Não se trata de uma receita a ser seguida, é apenas uma tentativa de esclarecimento e possível guia para desenvolvimento de outras propostas.

1ª etapa: Escolhemos como tópico de estudo *o fenômeno das marés* e definimos após estudos os objetivos a serem alcançados;

2ª etapa: Realizamos o *levantamento do conhecimento prévio* dos estudantes utilizando desenho livre, questionário e diálogo sobre o contexto geral do assunto, em seguida apresentamos a proposta de trabalho;

3ª etapa: Utilizamos como *Organizadores Prévios* um vídeo de uma entrevista sobre as marés e seus efeitos no litoral e também imagens de uma praia com a maré alta e com a maré baixa, bem como a discussão sobre o tema com o grande grupo. Deixamos como sugestão de atividade extraclasse a observação da variação da altura da maré na praia, com o passar das horas e dos dias/fases da Lua;

4ª etapa: Introduzimos os conceitos de frequência das marés, marés de quadratura e de sizígia relacionando-as com as fases da Lua, por meio de um texto impresso que divulga as belezas da cidade de Paraty-RJ. Apresentamos também, através de slides, algumas imagens do fenômeno das marés nessa cidade e um esquema das fases da Lua. Promovemos uma discussão no grande grupo sobre esses conceitos;

5ª etapa: Fizemos um aprofundamento do fenômeno das marés e a relação com a Gravitação utilizando um texto impresso de autoria do GREF. Utilizamos uma aula expositiva com uso de slides para apresentar as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação de Newton. Realizamos uma atividade prática de simulação das fases da Lua utilizando o próprio corpo do estudantes e uma discussão em pequenos grupos com apresentação ao grande grupo;

6ª etapa: Apresentamos os conteúdos de força gravitacional e força diferencial no quadro em uma aula expositiva dialogada. Retomamos alguns pontos chaves levantados em discussões anteriores e consolidamos os

conteúdos com a apresentação de um simulador de marés e levantamos a possibilidade da ocorrência de efeito de maré em outros corpos celestes;

7ª etapa: Avaliamos a aprendizagem por meio de observações, anotadas em um diário de campo, do desenvolvimento das atividades propostas na UEPS, realizadas pelos estudantes ao longo de todas as etapas. Deixamos como sugestão uma avaliação individual, após a 6ª etapa, com questões abertas e de múltipla escolha, que de alguma forma já tenham sido validadas, como as questões da OBA e de vestibulares;

8ª etapa: Avaliamos e reavaliamos a UEPS ao longo de todo o processo de implementação, mas oportunizamos aos estudantes avaliarem a UEPS em uma entrevista coletiva ao final. Dividimos a turma em dois grupos e realizamos duas entrevistas com características de uma entrevista focalizada e parcialmente estruturada, onde o objetivo principal foi captar significados que juntamente com o desempenho dos estudantes, possam oferecer dados para verificar se a UEPS pode ser considerada exitosa.

D.5 Detalhes e dicas para implementação em sala de aula

1. Identificação dos aspectos declarativos, procedimentais e de conteúdos sobre o fenômeno das marés para o planejamento da UEPS

Essa etapa é fundamental no desenvolvimento da UEPS, é preciso que o professor domine não somente os conteúdos a serem abordados, mas também o que espera que os estudantes aprendam e de que forma podem aprender, é preciso propor estratégias específicas abordagem para cada conteúdo nas diferentes etapas da UEPS. Assim o professor será capaz de promover a diferenciação progressiva e reconciliação integradora ao longo de todo o processo de implementação. O professor precisa avaliar não somente a aprendizagem de conteúdos, mas também a aprendizagem atitudinal e procedimental por meio das atividades propostas na UEPS.

2. Levantamento do conhecimento prévio e apresentação da proposta de trabalho:

Nesta etapa é importante deixar claro para os alunos que não há respostas certas nem respostas erradas, o que importa nesse momento é que eles respondam de maneira mais completa possível e com a maior sinceridade. O professor pode, além dessas atividades, desenvolver um diálogo com o grande grupo para captar um pouco mais dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Essa etapa é fundamental para desenvolver um trabalho fundamentado na TAS, pois o que há de mais importante para o desenvolvimento da aprendizagem significativa é saber o que o estudante já sabe.

O professor deve informar aos estudantes o tipo de trabalho que será desenvolvido e os objetivos a serem alcançados com esse trabalho além de como os estudantes serão avaliados. A avaliação deve abranger tanto conhecimentos de conteúdos como atitudinal ao longo de toda a UEPS.

A seguir apresentamos as atividades desenvolvidas em nosso trabalho nessa etapa, que podem servir de modelo para o professor que esteja interessado em desenvolver um trabalho nessa linha.

2.1 Desenhos

O professor pode pedir aos estudantes para produzirem um desenho livre, esquematizando os possíveis movimentos e posições relativas do Sol, da Terra e da Lua. Em nosso trabalho, entregamos a cada estudante uma folha em branco com o seguinte comando:

Faça um desenho representando como você imagina o Sol, a Terra e a Lua. Nesse desenho represente as órbitas e os possíveis movimentos desses astros.

2.2 Questões

O professor pode também aplicar um questionário, com questões fundamentais sobre o tema, com a finalidade de conhecer um pouco mais o que o estudante já sabe. Em nosso trabalho utilizamos as seguintes questões:

1. Você conhece ou já ouviu falar sobre o fenômeno de marés?

() Não

() Sim. Neste caso, diga:

Como é este fenômeno?

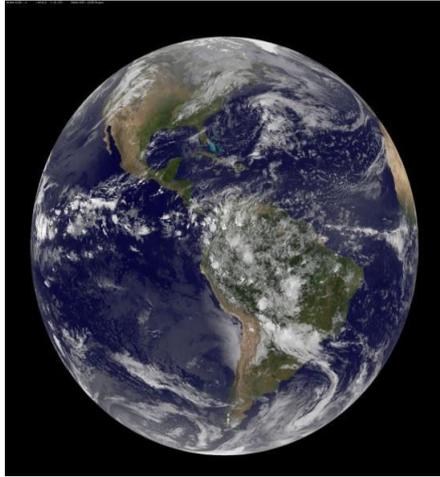
Onde ele ocorre?

Quando ele ocorre?

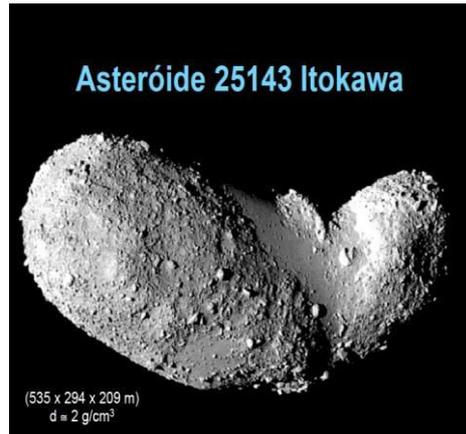
2. O que você acha que causa o fenômeno de marés?

Faça um desenho, abaixo, ilustrando a sua explicação:

3. A primeira imagem abaixo é do planeta Terra visto do espaço e, a segunda, de um asteroide:



Terra vista do espaço.



Asteroide Itokawa.

Por que será que os planetas, como a Terra, são redondos, enquanto que os asteroides, como o Itokawa, têm formas irregulares? O que você acha?

4. A Terra exerce uma força de atração sobre a Lua?

() Não

() Sim. Então explique: Por que a Lua não cai na Terra?

5. Você sabe o que são grandezas diretamente proporcionais?

() Não

() Sim. Explique, por meio de um exemplo, o que seriam grandezas diretamente proporcionais:

6. Você sabe o que são grandezas inversamente proporcionais?

() Não

() Sim. Explique, por meio de um exemplo, o que seriam grandezas inversamente proporcionais:

7. Você conhece a expressão abaixo?

$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

() Não

() Sim. Então explique o que ela significa:

8. Quais são as principais fases da Lua?

2.3 Diálogo com o grande grupo

As questões e o desenho devem ser discutidos em grande grupo, sob a mediação do professor, com a intenção de ouvir as diferentes concepções sobre o assunto apresentadas pelos estudantes, com a finalidade de captar o conhecimento prévio dos estudantes e estimular a curiosidade sobre o assunto. Nessas discussões, deve-se tomar o cuidado de não dar as respostas finais, apenas estimular a curiosidade e incentivar a busca pelo conhecimento, o professor deve desenvolver o papel de provocador nesse momento para que os alunos possam externalizar. Essas atividades podem ser desenvolvidas em 3 aulas.

3. Organizadores Prévios

Os organizadores prévios são materiais introdutórios que podem servir de ponte entre o que o estudante sabe e o conteúdo que será abordado em sala de aula.

Em nosso trabalho, utilizamos como organizadores prévios um vídeo com uma reportagem sobre os problemas causados pela maré na praia de Ponta da Fruta, Vila Velha-ES, com algumas explicações básicas sobre esse fenômeno, dadas pelo Professor Sérgio Mascarello Bisch do departamento de Física da UFES. Além desse vídeo, utilizamos também imagens de uma praia com a maré baixa e com a maré alta e levantamos uma discussão com o grande grupo sobre esse fenômeno.

O professor pode pensar inicialmente nas seguintes questões para discutir:

- a) O que são as marés altas e baixas ?
- b) Como ocorrem as alterações nos níveis do mar ?
- c) Qual a relação das marés com as fases da Lua ?
- d) O que provoca as marés ?

4. Introdução aos conceitos e conteúdos formais sobre marés e Astronomia.

Nessa etapa o professor deve introduzir os conceitos de forma menos técnica possível, a linguagem e o nível de aprofundamento devem ser o mais próximo possível do conhecimento prévio do estudante.

Em nosso trabalho, escolhemos trabalhar o texto a seguir, por ter uma linguagem fácil e por descrever uma situação muito curiosa envolvendo o fenômeno das marés e a cidade de Paraty-RJ.

O FENÔMENO DAS MARÉS E A CIDADE DE PARATY



Marés são os movimentos periódicos das águas do mar, fazendo-as elevar ou abaixar em relação a um ponto fixo no solo, causados pela influência gravitacional dos astros, especialmente a lua e o sol. Apesar de o sol ser maior que a lua, esta por estar mais perto, influencia mais as marés que aquele. As águas dos

oceanos avançam sobre a parte da Terra que se encontra mais próxima à Lua e também sobre a parte diametralmente oposta, enquanto nas posições perpendiculares, a maré abaixa.

Nos períodos de luas grandes (Cheias e Novas), onde a Terra, o Sol e a Lua estão em oposição ou conjunção, ocorre uma somatória de forças desses astros, e o movimento das marés atinge seu ponto extremo (tanto nas preamares quanto nas baixa-mares), fazendo assim que ocorram as marés de sizígia ou de águas-vivas (marés de grande amplitude), onde as águas correm em grande velocidade, muitas vezes chegando a sujá-las por levantar a areia que repousava no fundo do mar. Nesses dias, quando a maré baixa ao mínimo, o fundo do mar fica a vista em alguns locais, especialmente nas proximidades do cais e nas praias do Pontal e Jabaquara. Por outro lado, quando a maré sobe, as águas invadem a cidade. As ruas foram projetadas para permitir a entrada e saída da água do mar, sendo uma forma natural de limpá-las. As



Maré entrando no centro histórico. (Foto: Eduardo La Regina de Andrade)

casas foram construídas trinta centímetros acima do nível das ruas, de forma a não entrar a água do mar.

Nos períodos de Quartos Crescentes e Minguantes, ocorre o inverso das sizígias, que são as marés mortas ou de quadratura, onde as águas são calmas e de pouca velocidade.

Existe também a maré meteorológica, que é a diferença entre a maré observada e aquela prevista pela Tábua das Marés. As causas desse fenômeno pouco conhecido são, principalmente, as variações da pressão atmosférica e a ação do vento sobre a água, causando assim níveis mais baixos ou mais altos que os previstos na Tábua.

As previsões de hora e altura das marés são divulgadas nas Tábuas das marés. Em média, as marés oscilam em um período de 12 horas e 24 minutos. Doze horas devido à rotação da Terra e 24 minutos devido a órbita lunar.



Nas marés muito fortes, quase todo o centro histórico fica alagado e, é normal encontrar caixas com suas canoas remando pelas ruas. Nas marés normais, as ruas normalmente invadidas pelo mar são as Dr. Pereira e Santa Rita. Por isso, não estacione o carro nesses locais, em especial na rua Dr. Pereira próximo ao mercado de peixe. A altura que a maré atingiu dentro da cidade fica registrada em marcas horizontais nas paredes das casas das ruas mencionadas.

Glossário

- Preamar: Nível máximo de uma maré cheia.
- Baixa-mar: Nível mínimo de uma maré vazante.

- Estofa: Também conhecido como reponto de maré, ocorre entre marés, período em que não ocorre qualquer alteração na altura de nível.
- Amplitude de Marés: Variação do nível das águas, entre uma preamar e uma baixa-mar imediatamente anterior ou posterior.
- Quadratura: O sol e a lua formam ângulo de 90° graus em relação a Terra.
- Maré de Quadratura: Maré de pequena amplitude, maré que se segue ao dia de quarto crescente ou minguante.
- Maré de Sizígia: nas luas novas e cheia, as marés lunares e solares reforçam uma a outra, produzindo as maiores marés altas e as menores marés baixas.



Texto extraído do site <http://www.paraty.tur.br/mares/>. Acessado em 22 de abril de 2015.

Após a leitura, os alunos podem ser divididos em pequenos grupos para discutirem o texto e produzir um resumo, responder as questões levantadas com os organizadores prévios e/ou produzir dois esquemas representando as posições da Terra, do Sol e da Lua nas marés de sizígia e quadratura. O resumo, as respostas e os esquemas devem ser produzidos por cada aluno nos pequenos grupos e devem ser entregues ao professor. Os pequenos grupos podem também apresentar suas respostas e esquemas ao grande grupo. Essa etapa pode ser desenvolvida em três aulas.

5. Aprofundamento dos conteúdos de Gravitação e atividade prática sobre fases da Lua.

Nesta etapa, com a finalidade de promover a diferenciação progressiva dos conceitos de força gravitacional e explicação dos fenômenos de formação das marés, além de promover a visualização espacial envolvida nos movimentos de rotação e translação da Terra, nos movimentos e nas fases da Lua. Para isso, é necessário que o professor possibilite uma abordagem mais geral desses conteúdos e de maneira gradativa vá especificando até atingir exemplos próximos aos já abordados anteriormente e/ou próximo a vivência dos estudantes. É importante que o professor oportunize ao estudante um momento que possibilite que ele realize de alguma forma essa relação entre o conteúdo abordado e os exemplos vistos e/ou seu cotidiano, isso pode ser realizado por meio de discussão em pequenos grupos, seguida de apresentações ao grande grupo.

Para esse aprofundamento, utilizamos em nosso trabalho, parte de material elaborado pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), intitulado “Leituras de Física”, que pode ser encontrado na íntegra em <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/mec4.pdf>, o texto impresso foi entregue aos alunos para uma leitura prévia.

Antes da apresentação desses conteúdos, o professor pode pedir aos alunos para realizarem uma leitura em casa, principalmente das páginas 118, 119, 127 e 128 do texto. Os conteúdos podem ser apresentados em aula expositiva dialogada, com o uso de esquemas no quadro e/ou apresentação de slides em projetor, onde cada estudante poderá acompanhar a apresentação através do texto impresso, ou ainda, o professor pode realizar uma leitura em conjunto com os estudantes e fazer pausas com explicações no quadro, sempre tentando relacionar os exemplos ou vivência com os conceitos e conteúdos que estão sendo propostos. Muito cuidado com as apresentações em slides com projetor, os alunos costumam achar meio intediante.

Após a apresentação dos conteúdos, o professor poderá desenvolver alguma atividade prática que possibilite ao estudante a compreensão espacial envolvida no sistema Sol-Terra-Lua. Isso pode ser promovido com uma atividade de simulação das fases da Lua utilizando o próprio corpo e/ou

utilização de materiais de baixo custo como bolas de isopor e outros para simular os astros e os movimentos envolvidos. É importante que esta atividade promova também o compartilhamento das concepções que os estudantes possuem sobre o assunto com o professor e com o grande grupo, e que os estudantes possam perguntar durante a realização da atividade.

Como exemplo, descreveremos a seguir a atividade de simulação das fases da Lua utilizando o próprio corpo, que foi realizada em nosso trabalho de pesquisa. Trata-se de uma atividade com um formato teatral, onde utilizamos as cabeças dos participantes representando a Terra e a Lua, uma janela da sala de aula serviu para representar o Sol conforme representado na figura 4.2.

Figura 5F: Representação esquemática do simulador de fases da Lua .

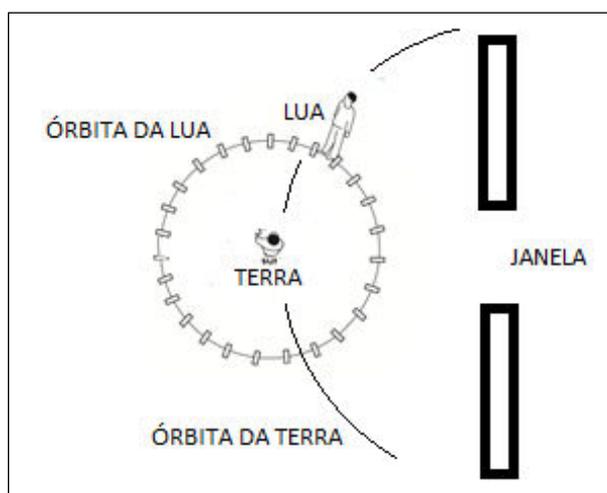


Figura 5F: Representação esquemática do simulador de fases da Lua .

Inicialmente, sem considerar o movimento de translação da Terra, devido as limitações de espaço, iniciamos a atividade com a cabeça do estudante que estava representando a Terra com a nuca voltada para a janela e os olhos voltados para a Lua, representando um alinhamento Sol-Terra-Lua. O professor pergunta para os estudantes que fase da Lua um observador que estaria no horizonte representado pelos olhos de quem está fazendo o papel de Terra observaria. Em seguida, o estudante que representa a Lua se desloca em $\frac{1}{4}$ de volta olhando para a Terra, enquanto o que representa a Terra executou 7 voltas em torno de si mesmo, ao final das revoluções, e com os olhos voltados para o estudante que representa a Lua o professor pergunta

para todos, qual seria a fase da Lua para o observador na Terra. Esse processo se repete, até simular as 4 principais fases da Lua. É importante notar que os olhos de quem representa a Terra deve ser considerado como o horizonte de um observador na Terra, e a parte iluminada do rosto de quem representa a Lua é o que representa a fase vista por esse observador. Inicialmente os estudantes apresentam certa dificuldades por não conhecerem os movimentos e por estar realizando a atividade pela primeira vez, mas com um pequeno auxílio e participação do professor, rapidamente percebem a dinâmica dos movimentos envolvidos e demonstraram muita satisfação em realizar a atividade e em construir os conhecimentos de forma autônoma, todos queriam participar ativamente da atividade e responder aos questionamentos do professor. Foi possível perceber o alto grau de envolvimento dos estudantes nessa atividade. As atividades que compõe esta etapa podem ser desenvolvidas em 4 aulas.

6. Nova situação de aprendizagem com o simulador das marés e fechamento da UEPS.

Nessa etapa, é importante retomar alguns conceitos como o de força gravitacional, marés, movimento de rotação e translação da Terra e movimentos da Lua e apresentar outros, como o conceito de força gravitacional diferencial. O professor pode consultar, em caso de dúvida, um o material muito bom, intitulado de “Forças gravitacionais diferenciais - Marés e precessão” dos autores Maria de Fátima Oliveira Saraiva, Kepler de Oliveira Filho e Alexei Machado Müller, que segue em anexo neste trabalho, como material de apoio ao professor (anexo 1). Este texto pode ser encontrado também em <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2010/Aula8-132.pdf> . Ao apresentar esses conteúdos, o professor deve buscar promover uma reconciliação integradora dos conceitos de força gravitacional e força diferenciais ou forças de marés, relacionar as marés vivas e marés mortas com as fases da Lua, relacionar o fato da Lua apresentar sempre a mesma face voltada para a Terra com as forças de marés. Os conteúdos podem ser

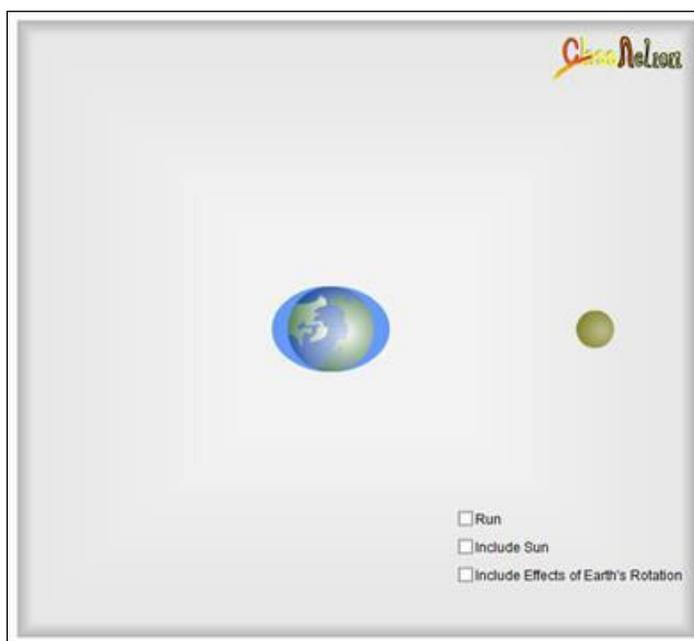
apresentados em slides e/ou no quadro, sempre oportunizando a intervenção dos estudantes e estimulando as discussões no grande grupo.

Após a apresentação dos conteúdos, o professor pode levantar alguns questionamentos, tais como:

- a) Se a Lua não existisse, teríamos marés na Terra?
- b) Que condição deve ser satisfeita para a ocorrência das marés de Sízígia?

Em seguida, o professor pode apresentar um simulador de bojos de marés desenvolvido pelo Grupo Sputnik, que pode ser encontrado em http://gruposputnik.com/Paginas_com_Flash/Tidal%20Bulge%20Simulation.htm e apresentado na figura 6F a seguir:

Figura 6F : Aparência do simulador de bojos de marés.



Fonte : .

Após a apresentação e discussão no grande grupo, os alunos podem reunir-se em pequenos grupos para responderem às questões e produzirem um esquema representando as posições da Terra, da Lua, do Sol e os bojos de marés. Alguns grupos podem apresentar suas respostas e esquemas para o grande grupo. As questões e esquemas devem ser entregues ao professor para avaliação. Essa etapa pode ser desenvolvida em duas aulas.

7. Avaliação da aprendizagem

Nessa etapa, é importante que o professor considere as diferentes dimensões do conhecimento, que podem ser classificadas como dimensão atitudinal formativa e dimensão conceitual de conteúdos, e avalie de forma igualitária as duas dimensões. A dimensão formativa pode ser avaliada por meio de registros em um diário de campo das atividades desenvolvidas pelos estudantes durante todo o processo de implementação da UEPS. Já a dimensão conceitual de conteúdos pode ser avaliada por meio de uma avaliação somativa individual contendo questões objetivas da Olimpíadas Brasileira de Astronomia (OBA) ou de vestibulares, o importante é que as questões sejam previamente validadas por professores experientes no ensino de Astronomia. Uma forma alternativa de avaliação de conteúdos é que os estudantes podem ser submetidos, de forma individual, novamente ao questionário inicial e em seguida, divididos em pequenos grupos, podem produzir um novo desenho esquemático representando o sistema Sol-Terra-Lua e depois compará-lo com os desenhos feitos no início da UEPS, na fase de levantamento do conhecimento prévio dos estudantes. Todo o material produzido deve ser entregue ao professor. Essa etapa pode ser desenvolvida em uma aula.

8. Avaliação da UEPS

Essa etapa é destinada a verificação de êxito ou não da UEPS por parte do professor, além da avaliação por parte dos estudantes de todas as atividades propostas. A UEPS será considerada exitosa, conforme Moreira (2011), se por meio da avaliação de desempenho dos estudantes for possível captar evidências de aprendizagem significativa, ou seja, capacidade de explicar, aplicar o conhecimento em diferentes situações, compreensão e captação de significados. A verificação de indícios de aprendizagem significativa pode ser verificada conforme sugerido na etapa 7, já a avaliação da UEPS por parte dos estudantes, pode ser realizada por meio de entrevistas ou discussão no grande grupo em torno das propostas de atividades que foram

desenvolvidas ao longo de toda UEPS, pontuando e registrando os pontos positivos, negativos e ajustes necessários para uma próxima aplicação.

Referências bibliográfica da UEPS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003. 227 p.

Grupo de Astronomia Sputnik. Simulador de bojo de marés. Disponível em: <http://gruposp Sputnik.com/Paginas_com_Flash/Tidal%20Bulge%20Simulation.htm>. Acesso: 01 mai. 2016.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63. 2011. Disponível em português em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/UEPSport.pdf>>. Acesso: 08 mar. 2015.

Moreira, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, Santiago, Chile: v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>>. Acesso em 03 mar. 2016.

TV GAZETA. **Avanço da maré destrói a orla e afasta turistas em Ponta da Fruta, ES**. Vídeo produzido pela TV Gazeta, ES, com reportagem sobre a destruição produzida pela maré na orla da praia de Ponta da Fruta, Vila Velha. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/estv-2edicao/videos/v/avanco-da-mare-destroi-a-orla-e-afasta-turistas-em-ponta-da-fruta-es/4442211/>>. Acesso em 03 mar. 2016.