



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA LICENCIATURA
FÍSICA LICENCIATURA

LUCIELMA FLÁVIA DA SILVA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM O TEMA DE GRAVITAÇÃO: PARA ALÉM DA
CONCEPÇÃO NEWTONIANA**

Caruaru
2019

LUCIELMA FLÁVIA DA SILVA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM O TEMA DE GRAVITAÇÃO: PARA ALÉM DA
CONCEPÇÃO NEWTONIANA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Física-licenciatura da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para a obtenção do título de
licenciado em Física.

Área de concentração: Física

Orientador: Prof^o. Dr. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho

Caruaru
2019

S586s Silva, Lucielma Flávia da.
 Uma sequência didática com o tema de gravitação: para além da concepção
 Newtoniana. / Lucielma Flávia da Silva. - 2020.
 79 f. : 30 cm.

Orientadora: Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho.
 Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
 Pernambuco, CAA, Licenciatura em Física, 2020
 Inclui Referências.

1. Gravitação. 2. História da Ciência. 3. Sequência didática. I. Carvalho,
 Tassiana Fernanda Genzini de (Orientadora). II. Camelo Neto, Gustavo (Coorientador).
 III. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2020-004)

LUCIELMA FLÁVIA DA SILVA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM O TEMA DE GRAVITAÇÃO:
PARA ALÉM DA CONCEPÇÃO NEWTONIANA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Física-licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciado em Física.

Aprovada em: 03/02/2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco/NFD

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco/NFD

Prof. Dr. Ernesto Arcenio Valdes Rodriguez (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco/NFD

RESUMO

Neste trabalho, estabeleceu-se o objetivo de elaborar e aplicar uma Sequência Didática com o tema Gravitação, ligada à Física e à Astronomia. A construção da Sequência Didática utilizou-se da história da Ciência para se adquirir organizadores prévios, apresentando problemas sobre o tema, ligados ao desenvolvimento dos estudos de gravitação em cada época. Abordaremos aspectos históricos da Lei da Gravitação de Newton e da teoria da Relatividade Geral de Einstein. Com isso, pretendíamos despertar o interesse pela Astronomia e pela Ciência nos estudantes, propondo a eles situações problemas de ensino-aprendizagem relacionadas aos problemas históricos. A sequência didática foi caracterizada por meio de duas aulas, e sua validação foi realizada por meio da análise dos efeitos dela em relação aos seus objetivos. A pesquisa aconteceu com os alunos do 3º ano do Ensino Médio da ETE - Célia de Souza Leão Arraes de Alencar, na cidade de Bonito-PE. A abordagem do tema gravitação desenvolvida pela sequência didática favoreceu o aprendizado dos alunos e mostrou que após a aplicação alguns alunos, mesmo sendo minoria, persistiram com algumas concepções alternativas sobre gravidade e gravitação.

Palavras-chave: Gravitação. História da Ciência. Sequência Didática.

ABSTRACT

In this work, the objective was established to develop and apply a didactic sequence with the theme Gravitation, linked to Physics and Astronomy. The construction of the didactic sequence used the History of Science to acquire previous organizers, presenting problems on the theme, linked to the development of gravitation studies in each era. We investigated historical aspects of Newton's Law of Gravitation and Einstein's theory of general relativity. With this, we intended to awaken the interest in Astronomy and Science in students, proposing to them situations of teaching and learning related to historical problems. The didactic sequence was characterized by means of two classes, and its validation was carried out through the analysis of its effects in relation to its objectives. The research took place with the students of the 3rd year of High School of ETE - Célia de Souza Leão Arraes de Alencar, in the city of Bonito-PE, Brazil. The approach to the gravitation theme developed by the didactic sequence favored the students' learning and showed that after the application some students, even though they were a minority, persisted with some alternative conceptions of gravity and gravitation.

Keywords: Gravitation. History of Science. Didactic Sequence.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Teoria da Aprendizagem de David Ausubel	11
2.2	A utilização da história da ciência para construir a sequência didática.....	14
2.2.1	<i>Aristóteles de Estagira (384-322 a.C)</i>	14
2.2.2	<i>Heráclides do Ponto (390-310 a.C)</i>	15
2.2.3	<i>Aristarco de Samos (310-230)</i>	15
2.2.4	<i>Cláudio Ptolomeu (100-168)</i>	16
2.2.5	<i>Nicolau Copérnico (1473-1543)</i>	17
2.2.6	<i>Galileu Galilei (1564-1642)</i>	18
2.2.7	<i>Johannes Kepler (1571-1630)</i>	20
2.2.8	<i>Isaac Newton (1643-1727)</i>	21
2.2.9	<i>Albert Einstein (1879-1955)</i>	22
2.3	Sequência didática	23
3	METODOLOGIA	27
3.1	A descrição das aulas	28
3.2	A análise das respostas dos estudantes	35
4	DISCUSSÃO E ANÁLISE	37
4.1	Concepções sobre o movimento planetário	37
4.2	Concepções sobre o Sol	41
4.3	Concepções sobre Gravitação	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICE A – SLIDES DAS AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	51
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO NA PESQUISA	63

1 INTRODUÇÃO

Historicamente o ensino de astronomia no Brasil surgiu antes da chegada dos colonizadores no País. Os índios já carregavam consigo um amplo estudo de conteúdos astronômicos, baseados em observações do céu estrelado, e esses estudos foram repassados entre suas várias gerações. Ao longo dos anos, muitos registros de estrelas, astros, planetas, eclipses, chuvas de meteoros foram encontrados em várias regiões do Brasil. Os portugueses, quando chegaram, também trouxeram para a tradição do ensino conteúdos de astronomia, ligados, principalmente, à Astronomia de Posição. Os jesuítas foram os primeiros a fazerem referência ao ensino de astronomia no Brasil, durante o período colonial (Piletti, 1996, apud Matsuura, 2013).

No entanto, ao longo dos séculos, os conteúdos de astronomia foram se perdendo, voltando a se intensificar no ensino fundamental e médio, a partir de 1996, com a inserção dos conteúdos de astronomia nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), documento do Ministério da Educação (MEC), que orienta o trabalho de professores e incentiva principalmente o ensino de astronomia observacional na educação básica. Outro documento, complementar aos PCN, são as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), que especificamente para a Física, diz:

O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média. (BRASIL, 2002, p. 02)

Existem muitos benefícios de se ensinar Astronomia, mas estudos mostram que existem poucos professores formados na área e que há uma carência muito grande de conhecimento nessa extensão. Rodolfo Langhi (2016) fala que a Astronomia sofreu uma gradual dispersão e quase desaparecimento dos currículos escolares. Nem mesmo o professor brasileiro do Ensino Fundamental e Médio, na maioria dos casos, aprende conteúdos de astronomia durante sua formação inicial no ensino superior. Como consequência, os professores, em geral, optam por duas

alternativas: ou preferem não ensinar Astronomia ou buscam se informar através de outras fontes, o que muitas vezes é ruim, pois até mesmo livros didáticos podem apresentar erros conceituais nessa área.

Sabemos que a Astronomia é uma ciência que desperta o fascínio e interesse das pessoas em qualquer faixa etária, por causa dos fenômenos naturais com os quais ela se relaciona, sendo objeto de estudo do homem há vários séculos. Mas, por que ensinar astronomia na escola?

A Astronomia pode oferecer ao aluno a oportunidade de ter uma visão global de como o conhecimento foi construído ao longo dos séculos, passando por mudanças de paradigmas. Por exemplo, há muito tempo, pensadores e cientistas importantes, com o apoio da Igreja Católica, afirmavam que a Terra era o centro do universo. Hoje nossa concepção pode optar por outro modelo que oferece melhores explicações sobre os movimentos percebidos no céu. São exemplos como esse que evidenciam que a ciência também falha e está em construção.

Na escola, alguns alunos até conseguem explicar um pouco sobre estações do ano, dia e noite, eclipses, estrelas, entre outros. No entanto, essas explicações estão distantes das aceitas cientificamente, carregadas de conhecimentos de senso comum, e é papel do professor fazer evoluir tais concepções ao longo da aprendizagem, encontrando meios adequados para que isso ocorra. Reconhecemos que há uma grande defasagem no ensino das escolas públicas, onde não há material apropriado para o ensino de Astronomia e os professores optam por usar apenas o livro didático para lecionar física no Ensino Médio. Silva e Fernandes (2016) afirmam que:

Ainda hoje, professores de Física ignoram conceitos importantes de Astronomia no ensino médio e se limitam a ensinar um conteúdo pronto e insuficiente, além disso, muitos não utilizam a metodologia necessária para tratar do assunto, talvez por receio de se aprofundarem em uma área tão vasta cujo conteúdo está presente nos livros didáticos de Física do ensino médio e precisa ser ensinado. (SILVA e FERNANDES, 2016, p.03).

Tendo isso em vista, viemos por meio deste trabalho propor uma sequência didática, desenvolvida no terceiro ano do Ensino Médio, onde os alunos necessitam

(re)organizar seus conhecimentos, o que servirá para aumentar a sua compreensão sobre o Universo. Para a elaboração dessa sequência didática, foi preciso fazer uma readequação dos materiais didáticos, recorrendo à literatura científica, para integrá-la ao contexto escolar, de forma mais dinâmica e lúdica.

A partir dos problemas históricos, elaborou-se um plano de sequência didática, dentro de uma abordagem histórico-investigativa, em uma perspectiva também apontada por Barrow (2006, apud Strieder, 2018). Tendo como ponto de partida as questões apontadas pelos cientistas na época do estudo sobre gravitação. Para orientar a construção da sequência didática serão utilizadas algumas habilidades e orientações apontadas nos parâmetros curriculares nacionais (PCN+) que são relevantes para o ensino de física no Ensino Médio:

- conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.);
- compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites;
- conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar sua visão de mundo;
- reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra. (BRASIL, 2002, p. 31)

Os alunos responderam a algumas questões, de acordo com seus conhecimentos prévios, entendendo que esses conhecimentos são importantes como elementos fundamentais para a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1973). Seus conhecimentos prévios serviram como um conceito subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz, e a história da ciência entra como um

organizador para construção de um novo conceito, mais próximo da concepção científica.

As atividades foram desenvolvidas, a partir de problematizações envolvendo o tema de Gravitação, com estudantes do Ensino Médio. Investigamos aspectos históricos da Lei da Gravitação de Newton e da teoria da Relatividade Geral de Einstein. Despertando o interesse pela Astronomia e pela ciência em geral nos estudantes de Ensino Médio, a partir das situações problemas de ensino-aprendizagem adaptadas dos problemas da História da Ciência.

Dedicamos um capítulo para abordar os principais nomes da ciência que contribuíram para a formulação do conceito de gravitação, onde a história da ciência surge como uma notável auxiliar para o ensino de física, analisando as teorias, evoluções dos modelos e as controvérsias que transcorreram durante séculos. A história da astronomia nos dá subsídios para compreender a evolução dos modelos cosmológicos e a ascensão de teorias que foram vigentes em várias épocas. O estudo dos astros (sol, lua, planetas, galáxias, objetos celestes, estrelas) é essencial, pois nos faz identificar nosso lugar no universo e o fundamento de nossa existência. Na astronomia nada é por acaso, tudo se encaixa em uma verdadeira dança do universo.

Portanto, durante a aplicação da sequência didática, introduzimos problemas ligados ao tema para serem respondidos na sala de aula. Analisamos as respostas dos alunos e identificamos os conceitos subsunçores que estão sendo utilizados. Assim, buscou-se na História da Ciência a razão cronológica de como esses problemas surgiram, suas divergências e a evolução do pensamento científico.

A fim de permitir uma compreensão das concepções dos alunos acerca do tema, apresentamos algumas tabelas com suas respostas classificadas por categorias e níveis. Essas respostas foram coletadas através do questionário, aplicado durante as aulas da sequência didática, e foram comparadas com os objetivos pré-estabelecidos pela pesquisadora. Revelamos, assim, as noções dos estudantes, para comparar se houve alguma alteração nas suas concepções de gravitação e outros temas ligados a Astronomia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Teoria da Aprendizagem de David Ausubel

Dentre os objetivos de aprendizagem desta sequência didática, destaca-se apresentar aos alunos os problemas que levaram a formulação do conceito de gravitação. Para Aragão (1976) há uma limitação na aplicação de teorias de aprendizagem que preocupa educadores e pessoas interessadas pelos problemas educacionais. Essa limitação causa certo desapontamento quando os professores tentam colocar em prática algum tipo de teoria de aprendizagem na sala de aula.

A Teoria da aprendizagem de Ausubel e colaboradores (AUSUBEL, 1980) se propõe a lançar as bases para a compreensão de como o ser humano constrói significados e desse modo apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2008).

Para Ausubel (1973) a aprendizagem significativa irá se relacionar e interagir com um aspecto relevante na estrutura do conhecimento do indivíduo, o que Ausubel chama de subsunção, que é o que permite que essa nova informação seja incluída na estrutura cognitiva de maneira significativa. O aluno irá aprender uma nova definição do conceito de gravidade de modo que esse conceito será armazenado de forma organizada, interligado com um conceito preexistente.

Nesse sentido, não é necessário que o aluno reproduza a mesma linguagem da aula, mas o importante é que a linguagem expressa seja sinônima. A ênfase de Ausubel se dá na aquisição, no armazenamento e na organização das ideias no cérebro do indivíduo. Essas ideias vão se encadeando de acordo com a relação estabelecida entre elas pois, na medida em que estamos aprendendo, estamos ampliando a estrutura cognitiva.

Alguns autores apontam a dificuldade de os alunos relacionarem a matemática ou os conceitos físicos mais abstratos com o cotidiano. Ribeiro (2012) afirma que existe uma dificuldade em física com conceitos abstratos ou pouco intuitivos, como é o caso de modelos matemáticos que geram uma dificuldade nos estudantes para fazer relação entre um termo de uma equação e uma forma concreta de um fenômeno físico.

Cardoso (2012) fala, por exemplo, que o efeito fotoelétrico é um conceito abstrato e de difícil ilustração, mas a simulação computacional, aliada à teoria de Ausubel, pode ser uma ferramenta na construção, ilustração e relação entre as variáveis que dão significado ao fenômeno.

O professor deve tornar as aulas de Física mais acessíveis e significativas para os alunos, pois, caso contrário, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica: quando se utilizam fórmulas matemáticas descontextualizadas, onde os alunos têm dificuldades de entender o conceito físico que está relacionado com um certo fenômeno. Isso ocorre com frequência com o ensino de gravitação, no primeiro ano do Ensino Médio. Os alunos aprendem como calcular a distância de certos planetas, os seus períodos ou massas, mas não entendem seu significado real no mundo físico. Não é uma tarefa fácil envolvê-los, de forma que possam relacionar a teoria física com as questões do cotidiano.

A aprendizagem significativa já pressupõe a existência dos subsunçores que vão estabelecer uma relação com o conteúdo novo. Esses subsunçores podem até surgir na aprendizagem mecânica, quando uma pessoa não tem conhecimento de alguma certa área e busca informações de forma mecânica. Elas poderão ser utilizadas até que alguns elementos relevantes desse novo conceito passem a existir na estrutura cognitiva e que sirvam então de subsunçor.

Cordeiro (2000) destaca que esse tipo de aprendizagem pode ser usado para o estudo de um sistema hidráulico, usando-se conceitos já dominados pelo aluno para, então, ensinar conceitos novos que estarão relacionados com os antigos e que servirão como âncora.

A origem dos subsunçores se dá na forma de organizadores prévios que são os materiais introdutórios apresentados antes do material geral a ser aprendido. Sua principal função é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber. A fim de que o material seja aprendido de forma significativa, esse organizador prévio vai facilitar a compreensão do conceito. Silva (2014) expõe um exemplo onde o professor ao introduzir um novo conteúdo de velocidade, por exemplo, o aluno tem que fazer uso dos conceitos como de unidades de medida, para então chegar à velocidade.

A aprendizagem mecânica não se relaciona de forma lógica e clara com nenhuma ideia ou informação existente na estrutura cognitiva do aluno. O conceito aprendido de forma mecânica não tem um conceito subsunçor ou um ponto de ancoragem onde a nova informação possa se fundamentar. Muitas vezes, o aluno para conseguir passar ou tirar uma boa nota, costuma “decorar” o conteúdo que será armazenado de forma arbitrária não garantindo que ele fique incorporado a estrutura cognitiva do aluno, diferentemente da aprendizagem significativa.

Uma parte da Física de difícil entendimento e assimilação de conceitos é quando estudamos a Física Moderna, no terceiro ano do Ensino médio. As teorias da Relatividade Geral e da Relatividade Restrita, de Einstein, necessitam de certo cuidado para que sejam compreendidas. O uso da história da ciência poderá se tornar um organizador prévio para tornar esse conteúdo mais acessível. Dessa forma, pode-se ampliar a aprendizagem do aluno variando da aprendizagem mecânica para a significativa.

Ausubel destaca que não existe diferença entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica, ambas fazem parte de um processo contínuo de aprendizagem que serão gradativamente processadas e aprendidas.

Para sabermos se houve uma aprendizagem significativa observamos se o aprendiz possui significados, ou seja, se o aluno tem clareza e precisão de conhecimentos, isto é, se sabe diferenciar os conceitos e se consegue transferir essa informação. Essa aprendizagem pode se dar por meio de formação de conceitos, assimilação que amplia o vocabulário e proposição que será a combinação de várias palavras. Lemos (2011) destaca que esse processo ocorre da seguinte maneira:

Neste processo, professor e aluno têm responsabilidades distintas. O primeiro deve: a) diagnosticar o que o aluno já sabe sobre o tema; b) selecionar, organizar e elaborar o material educativo; c) verificar se os significados compartilhados correspondem aos aceitos no contexto da disciplina e d) reapresentar os significados de uma nova maneira, caso o aluno não tenha ainda captado aqueles desejados. O aluno, por sua vez, tem a responsabilidade de: a) captar e negociar os novos significados e b) aprender significativamente. (LEMOS, 2011, p. 29)

O professor desempenha um grande papel na facilitação da aprendizagem significativa e cabe a ele desempenhar algumas tarefas fundamentais. Seriam elas: identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria, identificar quais os subsunçores, diagnosticar o que o aluno já sabe e oferecer facilitadores na aquisição de conceito.

Para termos indicativos de uma aprendizagem significativa propomos uma avaliação interligando os conceitos aprendidos na sequência didática com os conhecimentos prévios da estrutura cognitiva do estudante. Essa avaliação foi por meio de um questionário que aborda os problemas que levaram ao conceito de gravitação.

2.2 A utilização da história da ciência para construir a sequência didática

Utilizamos recortes da história da ciência para o planejamento da sequência didática. Esse recorte mostra-se parcial, muito focado ainda na visão eurocêntrica da construção dos conhecimentos, prevalecendo a presença de cientistas europeus e a ausência de cientistas mulheres. Em parte, isso se justifica por conta do tempo deste trabalho ter se dado de maneira curta, e, por isso, tratarmos os conteúdos da forma como eles estão presentes nos materiais didáticos. Constatamos aqui a importância da dissertação de mestrado de Oliveira (2001) que foi essencial para adquirirmos uma base sobre a história da astronomia.

2.2.1 Aristóteles de Estagira (384-322 a.C)

Começando por Aristóteles (Estagira, 384 a.C. — Atenas, 322 a.C.), que foi um filósofo grego, aluno de Platão e professor de Alexandre, o Grande. Seus escritos abrangem diversos assuntos, como a física, a metafísica, as leis da poesia e do drama, a música, a lógica, a retórica, o governo, a ética, a biologia, a linguística, a economia e a zoologia. Sua principal preocupação, ao estudar o mundo físico, era encontrar as causas dos fenômenos, sem a preocupação de fazer uma descrição quantitativa da natureza. Aristóteles acreditava que todas as substâncias, encontradas na Terra, eram constituídas de terra, água, ar e fogo. Esses elementos estariam associados a certos movimentos naturais simples, o retilíneo e o circular. Os movimentos retilíneos seriam os que se aproximam radialmente do centro do

universo e os que se afastam radialmente do centro do universo. Cada elemento (ou corpo simples) deveria ter um desses movimentos naturais simples. Se um corpo é pesado, formado de terra ou água ou combinações dessas duas substâncias, ele se movimenta verticalmente para baixo. Se um corpo é leve, formado por ar ou fogo, seu movimento se realiza verticalmente para cima.

Por outro lado, ele observou que as estrelas e planetas não caem em direção a Terra e nem se afastam dela, tão pouco descrevem movimentos retilíneos. Esses corpos descrevem movimentos circulares em relação a um observador terrestre. Assim, concluiu que todos os astros seriam formados por um quinto elemento: o éter. O movimento natural desses corpos seria o circular. O universo aristotélico seria, então, constituído de duas partes: a celeste, incorruptível, formada de éter e que se estende da Lua até as estrelas, e a sublunar, corruptível, constituída de terra, água, ar e fogo. Esses princípios físicos eram coerentes com uma Terra imóvel e esférica, ocupando o centro do Universo.

2.2.2 Heráclides de Ponto (390-310 a.C)

Heraclides do Ponto (390 a.c. — 310 a.c.) foi um filósofo e astrônomo grego. Embora Aristóteles defendesse a imobilidade da Terra, Heráclides de Ponto ensina, por volta da mesma época, que a Terra girava em torno de seu eixo, em aproximadamente 24h, de Oeste para Leste. Na época de Heráclides, as irregularidades observadas no movimento dos planetas era um dos principais motivos das pesquisas astronômicas, já que os planetas conhecidos moviam-se com extrema irregularidade, numa faixa estreita do céu: o zodíaco. Ele ainda supunha que Mercúrio e Vênus giravam em torno do Sol, e não em torno da Terra.

2.2.3 Aristarco de Samos (310-230 a.C)

Aristarco de Samos (310 a.C — 230 a.C) foi um astrônomo e matemático grego. O trabalho de Aristarco faz referência às distâncias entre Terra-Lua e Terra-Sol. Aristarco assumiu que a Terra girava em torno de seu eixo em aproximadamente 24h, também propôs um novo sistema no qual o Sol estava estacionado no centro do universo e a Terra, como qualquer planeta, descrevia um movimento de translação em redor do sol, em um ano. Aristarco produziu um livro

contendo algumas dessas hipóteses, como a de que o universo é muitas vezes maior do que se acreditava. Seu tratado é importante por ser a primeira tentativa de medir distâncias astronômicas no sistema solar, e por ser um método geometricamente correto. Em suas medidas, feitas a olho nu, Aristarco cometeu alguns erros, mas o fato dele ter descoberto que o Sol era bem maior que a Terra deve ter inspirado sua conclusão de que o Sol era o centro do cosmo. No livro “Contador de areia”, Arquimedes escreve que:

Aristarco de Samos escreveu um livro com certas hipóteses que levam à conclusão de que o Universo é muito maior do que se pensava até então. Ele supôs que o Sol e as estrelas fixas permanecem imóveis, com o Sol no centro e a Terra girando ao seu redor em um movimento circular [...] ARQUIMEDES (apud GLEISER, 2006, p.75).

2.2.4 Cláudio Ptolomeu (100-168)

Claudius Ptolomeu (100-168). Foi um cientista grego que viveu em Alexandria, uma cidade do Egito. Ele é reconhecido pelos seus trabalhos em matemática, astrologia, astronomia, geografia e cartografia. Realizou também trabalhos importantes em óptica e teoria musical. Escreveu um tratado de astronomia, intitulado *Almagesto*, em que apresentou uma teoria coerente, completa e com um melhor refinamento de previsão dos movimentos da Lua, do Sol e dos planetas. Nesse livro ele apresentou uma argumentação a favor do repouso da Terra e de sua posição central no universo. Pode-se notar que ele seguia as ideias de Aristóteles, adotando o sistema geocêntrico. Através do modelo de epiciclo-deferente, podia-se entender o movimento retrógrado de um planeta. De acordo com este modelo, em sua forma mais simplificada, um planeta desloca-se com velocidade angular constante em uma circunferência denominada epiciclo, cujo centro orbita em torno da Terra, com velocidade angular também constante, em uma circunferência maior, denominada deferente. Tomando por base essa estrutura inicial, procedia-se ao ajuste dos raios do epiciclo e do deferente e das velocidades de rotação do planeta e do epiciclo, visando a concordância do modelo com as observações dos planetas a partir da Terra, considerada estacionária.

2.2.5 Nicolau Copérnico (1473-1543)

Nicolau Copérnico (Toruń, 19 de fevereiro de 1473 — Frauenburgo, 24 de maio de 1543), foi um astrônomo e matemático polonês que desenvolveu a teoria heliocêntrica do Sistema Solar. Foi também cônego da Igreja Católica, governador e administrador, jurista, astrônomo e médico. Copérnico escreveu uma pequena obra, *De revolutionibus orbium coelestium*, onde apresentou a sua proposta astronômica como sendo simplesmente uma tentativa de dar conta dos fenômenos através de modelos mais simples que os de Ptolomeu, evitando o uso de equantes e exigindo que todos os círculos se movam com velocidades uniformes em torno de seus centros. Uma das justificativas para seu modelo heliocêntrico era a de que: se nem tudo gira em torno da Terra, a Terra não é o centro de tudo. No entanto, ele afirmava que os corpos pesados caem em direção a Terra, portanto a Terra seria o centro da gravidade do universo. Segundo Copérnico, a ordem de distâncias dos planetas ao Sol é a seguinte: Mercúrio é o planeta que mais próximo se encontra do Sol, seguido de Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. A Lua, por outro lado, deixa de ser um “planeta” e se torna um “satélite”, girando em torno da Terra “como um epiciclo”, com período de 27,3 dias. De qualquer modo, o produto que emerge do trabalho de Copérnico é notável, essencial para o desenvolvimento da ciência. Pela primeira vez, desde Ptolomeu, aparecia em cena um sistema astronômico matematicamente formulado, em todos os detalhes, concebido sobre novas bases. Compatível com os dados observacionais, ao menos em proporções idênticas ao sistema que ele almejava substituir, apresentava-se como uma alternativa concreta para o julgamento dos estudiosos. A ideia de perfeição do cosmo pedia que o modelo explicativo para o movimento fosse mais simples, o que foi proposto pelo padre polonês Nicolau Copérnico em 1514:

Sua ideia era a de que o Sol ficava estacionário no centro da terra e os planetas se moviam em órbitas circulares em torno dele. (No início, talvez devido ao medo de ser estigmatizado como herege pela igreja, Copérnico divulgou seu modelo sob anonimato). (HAWKING, 1988, p. 13)

2.2.6 Galileu Galilei (1564-1642)

Galileu Galilei (Pisa, 15 de fevereiro de 1564 — Florença, 08 de janeiro de 1642) foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo florentino. Quando ainda era estudante, Galileu percebeu que durante uma tempestade de granizo, pedras pequenas e grandes chegavam juntas ao solo. Supondo que elas eram soltas de uma mesma altura, considerou absurda a proposição aristotélica que atribuía aos objetos em queda velocidades proporcionais a suas massas. Anos depois, ele realizou sua famosa experiência mostrando a um seleto grupo de estudantes e professores o erro na teoria de Aristóteles. Galileu concluiu que a queda dos corpos se dá de forma acelerada em todo o trajeto e associou a esse movimento uma aceleração constante. Essas considerações levaram Galileu a concluir que quando dois corpos, independentemente de seus pesos e do material do qual são constituídos, são soltos de uma mesma altura, ambos atingem o solo simultaneamente.

Anos mais tarde, Galileu associou o termo “gravidade” com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra, em seu livro “Diálogo sobre os dois sistemas”, em que ele apresenta um debate entre Salviati (que seria a voz do próprio Galileu) e Simplicio (que representa o senso comum):

Salviati: Agora, diga-me, o que você considera ser a causa da bola se mover espontaneamente, quando em declive, e somente forçadamente, quando em aclave?

Simplicio: Que a tendência dos corpos pesados é de se mover para o centro da Terra e de se mover para cima, a partir de sua circunferência, somente [forçadamente]; ora, a superfície em declive é a que se aproxima do centro [da Terra], enquanto que aquela em aclave se afasta para longe [do centro da Terra]. (GALILEI, 1632, p.148)

Galileu admitiu que um corpo lançado sobre um plano horizontal e não sujeito a nenhum obstáculo se desloca indefinidamente em movimento uniforme. Desse modo, um movimento perpétuo, para Galileu, só ocorre para um corpo em movimento circular. Esse é o que se denomina princípio da inércia de Galileu, que era compatível com a sua ideia de um universo muito extenso, porém finito. O

Princípio da Inércia foi utilizado por Galileu para justificar a possibilidade de a Terra estar em movimento. A resposta de Galileu é que o movimento comum a Terra e a tudo que nela se encontra não desaparece.

Outro argumento contra o movimento da Terra era o de que se ela girasse em torno de seu eixo, tudo o que se encontrasse em sua superfície seria atirado para fora, como pessoas, árvores, casas, etc (tendência centrífuga¹). Galileu tentou responder a esse argumento, mas sua resposta estava errada, ele acreditava que o Princípio da Inércia explicaria a possibilidade de a Terra estar se movendo e mesmo assim as coisas não “voarem” para fora dela.

Em 1609, Galileu aperfeiçoou um instrumento que já existia, e construiu assim o primeiro telescópio (uma luneta, na verdade), com o qual fez notáveis descobertas na área da astronomia. Sua primeira constatação foi a de que a lua não era lisa, uniforme e perfeitamente esférica, como se pensava, mas a mesma era áspera e desigual, cheia de cavidades e saliências.

Com um instrumento cada vez mais aperfeiçoado, Galileu fez uma investigação acurada de Vênus, por outro lado, mostrou que esse astro apresentava fases, como a Lua. Brilhava, portanto, por luz refletida e não própria, à semelhança da Terra e dos demais planetas, que dependiam do Sol para se fazerem visíveis, pensava ele. Ao mostrar que Vênus apresenta fases e que, quanto mais iluminado o disco desse planeta, maior é o seu afastamento em relação à Terra, Galileu transforma um argumento contrário à translação de Vênus e da Terra em torno do Sol em evidência favorável à realização desses movimentos.

Ao observar Júpiter constatou a existência de quatro pontos luminosos em linha reta, nas suas imediações, que não tinham a aparência de estrelas. Ele também percebeu que as posições desses astros se alteravam de uma noite para outra. Esses pontos luminosos acompanhavam Júpiter em seu movimento pelo céu e foi percebido que eram pequenos satélites ou luas que orbitavam à sua volta. Essas observações foram de grande contribuição para enfraquecer o modelo Geocêntrico.

¹ Huygens inventou o termo tendência centrípeta, para explicar a força apontando “para fora” sentida por um corpo em movimento circular. (Por exemplo a força que você sente em um carrossel).

2.2.7 Johannes Kepler (1571-1630)

Johannes Kepler (Weil der Stadt, 27 de dezembro de 1571 — Ratisbona, 15 de novembro de 1630) foi um astrônomo, astrólogo e matemático alemão. Johannes Kepler, desde a mocidade, sentiu-se fortemente atraído pelo sistema copernicano. Procurando justificar porque as velocidades orbitais dos planetas decrescem segundo a ordem em que eles estão distantes ao Sol. Kepler acreditava que o Sol não era apenas uma fonte de luz e calor, mas também o agente necessário pelo movimento dos planetas. Ele postulou que as diferentes velocidades dos planetas, se devem a forças exercidas pelo Sol sobre cada planeta, que diminuem com a distância desses astros ao Sol.

Através das observações de Thyco Brahe, Kepler fez relações matemáticas e descobriu que a órbita de Marte é uma elipse e que o Sol está em um dos focos dessa elipse. Kepler estendeu então este resultado para os demais planetas e enunciou sua primeira lei, conhecida como Lei das Órbitas Elípticas: “Cada planeta do sistema solar tem por órbita uma elipse com o Sol em um dos focos”.

Kepler constatou que a Terra se movimentava mais rapidamente quando estava mais próxima do Sol. Isso significava que, para um mesmo intervalo de tempo, os comprimentos dos arcos por ela descritos para pontos de sua órbita mais afastados do Sol eram menores do que aqueles por ela determinados quando estava mais próxima do mesmo. Assim, Kepler enunciou sua segunda lei do movimento planetário ou Lei das Áreas: “Uma linha traçada do Sol a um planeta varre áreas iguais em iguais intervalos de tempo”.

O fato de as velocidades orbitais dos planetas decrescerem com a distância ao Sol, fez Kepler pensar que deveria haver uma relação de dependência entre esses dois parâmetros. E assim formulou essa relação nomeando-a em sua terceira lei, a Lei dos Períodos: “A razão entre o cubo da distância média de um planeta ao Sol e o quadrado do seu período de revolução é a mesma para todos os planetas do sistema solar”.

Aqui vemos que Kepler foi o primeiro a pensar e tentar achar uma causa por trás dos fenômenos celestes, mesmo sem ter clareza sobre o conceito de força.

Muitos livros, artigos e vídeos dizem que Newton foi quem descobriu a Lei da Gravitação, mas vimos que até chegarmos a sua teoria houve muitos cientistas que deram suas contribuições. E o que Newton poderia ter descoberto, se não descobriu a gravidade? Teria ele descoberto a causa da gravidade?

2.2.8 Isaac Newton (1643-1727)

Galileu não conseguia explicar como a Terra podia girar em torno do Sol sem perder a sua Lua, ou mesmo como Júpiter fazia seu movimento em torno do Sol, e ao mesmo tempo “carregava” suas quatro luas. Então, Newton forneceu uma explicação matematicamente quantificada para a gravitação, o que colocou um fim nas explicações de Aristóteles, de uma vez por todas.

Isaac Newton (Woolsthorpe, 4 de janeiro de 1643 — Kensington, 31 de março de 1727) foi um astrônomo, alquimista, filósofo natural, teólogo e cientista inglês, mais reconhecido como físico e matemático. O maior desafio da época era explicar a estabilidade das órbitas dos planetas, e Newton solucionou isso dando uma resposta para esse problema. Ele mostrou que todos os movimentos observados na natureza, desde a familiar queda dos corpos na Terra até a trajetória cósmica dos cometas, poderiam ser explicados em termos de simples leis de movimento, expressas matematicamente.

Ele considerou que se não houvesse força agindo na Lua, ela se moveria em linha reta se afastando da Terra. E já que ela não se afastava, ele acreditava que deveria haver uma força agindo sobre ela que a mantém “presa” à Terra. Mas, “se existe uma força entre os corpos, por que eles não caem uns sobre os outros?”.

A primeira lei do movimento de Newton afirma que, na ausência de forças, um corpo permanece em repouso ou em movimento uniforme. Outra formulação foi que: as coisas movimentam-se pelo espaço sideral porque nada as detém. Com isto, ele conseguiu não só explicar o movimento dos corpos na Terra, mas também dos corpos celestes. Assim, Newton enunciou sua lei da inércia: “Qualquer corpo permanece no estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas nele”.

Newton conhecia a descrição de Galileu da queda livre como um movimento acelerado para baixo. Então pensou que talvez a Lua também estivesse caindo, mas sua queda seria de alguma forma balanceada pela força centrífuga, causada como resultado de sua órbita circular em torno da Terra, percebendo assim que o movimento circular é causado pela força centrípeta.

Mais tarde Newton formulou suas outras duas famosas leis do movimento, que determinou, por muito tempo, toda a informação necessária à descrição do movimento de objetos materiais. A segunda Lei de Newton, diz que: “A mudança no estado de movimento de um objeto, ou seja, a mudança em sua quantidade de movimento, é proporcional à força impressa sobre o objeto”. A Terceira Lei de Newton, mais conhecida como Lei da Ação e Reação, diz que: “A uma ação sempre se opõe uma reação de igual, ou seja, as ações de dois corpos um sobre o outro sempre são iguais e se dirigem a partes contrárias”.

Newton não só criou uma nova mecânica, baseada na ação de forças em corpos materiais, como também demonstrou que as mesmas leis físicas são aplicáveis ao estudo do movimento de objetos na Terra ou nos céus, unindo assim a física e astronomia. Através da Lei de Kepler para os períodos dos planetas, Newton deduziu que as forças que mantêm os planetas em órbita têm de ser inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre os planetas e o centro de suas órbitas. Ele ainda comparou a força necessária para manter a Lua em sua órbita com a força da gravidade na superfície da Terra e descobriu que elas concordam de modo satisfatório. Portanto, Terra, Lua, Sol e todos os objetos no sistema solar atraem-se mutuamente numa dança coreografada pela força da gravidade.

2.2.9 Albert Einstein (1879-1955)

Albert Einstein (Ulm, 14 de março de 1879 — Princeton, 18 de abril de 1955) foi um físico teórico alemão que desenvolveu a teoria da relatividade geral, um dos pilares da física moderna ao lado da mecânica quântica.

Einstein descobriu uma profunda conexão entre movimento acelerado e gravidade: uma teoria “geral” da relatividade, capaz de incorporar movimentos acelerados, o que necessariamente implicava uma nova teoria da gravidade. Ele

postulou que: “Uma massa tem um campo gravitacional associado, um distúrbio no espaço que influenciará outras massas colocadas em sua vizinhança”. Na teoria da relatividade geral de Einstein, os efeitos da gravidade são interpretados como movimentos num espaço-tempo curvo.

Um dos exemplos mais familiares de movimento uniformemente acelerado é o de objetos caindo devido a atração gravitacional, seja uma maçã caindo de uma árvore, ou um planeta em órbita em torno do Sol. Einstein tentou modificar a gravitação Newtoniana e foi então que ele teve sua visão, o pensamento mais fortuito de sua vida: “Em queda livre, uma pessoa não sente seu próprio peso”.

Vimos que uma das grandes descobertas de Galileu foi que todos os objetos caem com a mesma aceleração, independentemente de suas massas. Essa constatação foi vital para o cientista, que estava tendo dificuldades em entender a força da gravidade, como era formulada por Newton. Ao perceber que em queda livre é possível eliminar a gravidade, ele também eliminou muitas das complexidades nos cálculos com os quais estava trabalhando.

A teoria da relatividade geral de Einstein substitui ideia de ação à distância de Newton por movimento em espaços curvos. Os efeitos da gravidade são substituídos pela curvatura do espaço tempo, por exemplo, causada pelas massas dos planetas e do Sol, por exemplo.

2.3 Sequência didática

Sequência didática é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais. Para Noverraz e Schneuwly (2004, p.97): “sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual”.

De acordo com esses autores, deve haver uma produção inicial ou diagnóstica, a partir da qual o professor avalia as capacidades já adquiridas e ajusta as atividades e os exercícios previstos na sequência às possibilidades e dificuldades reais da turma. A produção final, segundo os autores, é o momento de os alunos

porem em prática os conhecimentos adquiridos e de o professor avaliar os progressos efetivados.

Diversos trabalhos já têm sido realizados no Brasil com base nesse modo de organizar o ensino. Cordeiro (2000, p. 2), utilizando-se do conceito de SD para ensinar narrativas de aventuras de viagens, numa 3ª série do ensino fundamental, afirma que esse procedimento deve ser realizado num espaço de tempo relativamente curto e ter um ritmo adaptado às possibilidades de aprendizagem dos alunos. Afirma ainda que as atividades e os exercícios propostos devem ser variados e devem levar os alunos a distinguir o que eles já sabem fazer do que eles ainda não sabem.

De acordo com Zabala (1998) sequência didática é uma série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas. Neste capítulo será descrito como foi organizada a sequência didática a partir de problemas propostos sobre o tema gravitação para atingir a aprendizagem de maneira significativa e funcional.

Nesse caso, a sequência didática será um instrumento metodológico para que os objetivos educacionais sejam alcançados. Sendo assim, os dados serão levantados da seguinte maneira: elaborar a sequência didática, aplicar em sala de aula e analisar a implementação enquanto instrumento de ensino.

Objetivos da sequência didática a serem alcançados:

- Introduzir os aspectos históricos da formulação da gravitação, apresentando diversos cientistas contribuintes da ciência;
- Mostrar aos alunos as mudanças da teoria de mundo geocêntrica e heliocêntrica, a evolução e as controvérsias que houveram durante o desenvolvimento da astronomia;
- Fornecer conceitos organizadores para que o aluno possa discutir e construir sua ideia fundamentada no tema.

Temas físicos a serem desenvolvidos pelos alunos:

- Sistemas de referenciais inerciais
- Força a distância
- Espaço e tempo
- Relatividade Geral
- Leis de Kepler
- Sistemas com grandes massas
- Movimento dos planetas
- Queda dos corpos
- Comportamento do espaço-tempo
- Movimento Uniforme
- Conceito de Gravidade

Para a proposta da sequência didática devemos analisar se ela segue alguns dos critérios citados abaixo, são perguntas que nos permitem reconhecer a validade da sequência didática. Segundo Zabala (1998, p. 63) para elaborarmos uma sequência didática devemos nos questionar:

- a) que nos permitam determinar os conhecimentos prévios que cada aluno tem em relação aos novos conteúdos de aprendizagem?
- b) cujos conteúdos são propostos de forma que sejam significativos e funcionais para os meninos e as meninas?
- c) que possamos inferir que são adequadas ao nível de desenvolvimento de cada aluno?
- d) que representem um desafio alcançável para o aluno, quer dizer, que levam em conta suas competências atuais e as façam avançar com a ajuda necessária; portanto, que permitam criar zonas de desenvolvimento proximal e intervir?
- e) que provoquem um conflito cognitivo e promovam a atividade mental do aluno, necessária para que estabeleça relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios?

f) que promovam uma atitude favorável, quer dizer, que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conteúdos?

g) que estimulem a autoestima e o autoconceito em relação às aprendizagens que se propõem, quer dizer, que o aluno possa sentir que em certo grau aprendeu, que seu esforço valeu a pena?

h) que ajudem o aluno a adquirir habilidades relacionadas com o aprender a aprender, que lhe permitam ser cada vez mais autônomo em suas aprendizagens?

Dessa forma, devemos levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, suas habilidades e desejos, tendo foco nos objetivos estipulados no planejamento. Que é uma fase muito importante e que irá garantir que haja bons resultados, tendo em vista o que vamos ensinar e para quem vamos ensinar.

3 METODOLOGIA

A primeira parte deste trabalho consistiu na elaboração da sequência didática que contemplasse o tema de gravitação para além da concepção newtoniana. Pretendeu-se com as atividades propostas abordar diferentes cientistas e suas visões acerca do tema gravitação, procurando explorar com os estudantes como se deu a construção e evolução desse conceito na ciência ao longo dos séculos – desde a Grécia Antiga até o conceito mais moderno dado por A. Einstein na Teoria da Relatividade Geral.

As atividades foram desenvolvidas e aplicadas para uma turma de 3º ano do Ensino Médio na Escola Técnica Estadual Célia de Souza Leão Arraes de Alencar, localizada na Cidade de Bonito, com o propósito de conhecer a maneira como os estudantes relacionam seus conhecimentos sobre o tema de gravitação e visando também despertar o interesse pela astronomia e novas formas de pensar acerca do tema, levando em conta suas competências.

Para a realização da pesquisa, informamos antecipadamente ao preceptor da Residência Pedagógica sobre nosso projeto. O preceptor – que também era o professor de física da turma – é formado em Física, e nos terceiros anos, estava trabalhando com a revisão dos conteúdos dos anos anteriores, visando o ENEM e outros vestibulares. Desse modo, ficou determinada a aplicação do projeto a uma classe de 36 alunos. A pesquisadora já havia lecionado nessa classe, no projeto de Residência Pedagógica, então os alunos ficaram mais à vontade com a sua presença e com a proposta da pesquisa.

A sequência didática foi organizada para duas aulas seguidas, de 50 minutos cada uma (os slides encontram-se no Apêndice A). Estavam presentes 33 alunos no dia de participarem da pesquisa. No projeto, foram criadas os slides da aula e um questionário composto por 8 questões que eram apresentadas no decorrer das aulas, o trabalho foi aplicado com a presença do preceptor, que ficou apenas como observador. Ao apresentarmos as questões, os alunos respondiam e em seguida discutíamos suas respostas e aquelas propostas pelos cientistas para aquele dado problema. As respostas dos estudantes foram transcritas e encontram-se no Apêndice B.

3.1 A descrição das aulas

Primeira aula:

A aula iniciou-se com uma discussão sobre a falta dos conteúdos de Astronomia no Ensino Médio, a necessidade de se estudar Astronomia e a sua importância nos currículos escolares. Os alunos ficaram animados com a ideia da proposta didática e se dispuseram para participar das aulas. Em seguida foram apontados os objetivos da sequência didática e o questionário que seria aplicado no decorrer da aula.

As aulas seguiram a ordem dos cientistas vistos no capítulo “A utilização da história da ciência para construir a sequência didática” deste trabalho, com intuito que durante as aulas os alunos fossem indagados com perguntas formuladas conforme revisão bibliográfica dos problemas que os cientistas vivenciaram ao estudarem o tema Gravitação. Procuramos abordar temas como compreensão cósmica do universo, de forma a poder situar o ser humano em dimensões espaciais e temporais.

As aulas seguiram o esquema dos slides (APÊNDICE A), que apresentavam textos, ilustrações como imagens e animações (gifs), objetivando ajudar o aluno a entender melhor como se dava a compreensão sobre os movimentos dos corpos no espaço e dimensionar corretamente os modelos atuais.

Começamos falando de Aristóteles, foi explicado o modelo geocêntrico proposto por ele, concluímos falando das incoerências desse modelo.

Em seguida, trouxe-se o modelo de Heráclides do Ponto e a primeira ideia de movimento de rotação da terra, introduzimos nossa primeira questão.

1) Heráclides do ponto foi o primeiro a afirmar o movimento da terra. Se a terra está se movimentando, por que não sentimos o seu movimento?

a) Por ser um movimento devagar se torna imperceptível.

b) A velocidade da Terra aproximadamente 1675 km/h que equivale a aproximadamente 465 m/s, uma velocidade muito alta para sentirmos.

c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.

Objetivo: Essa questão requer que os alunos pensem a respeito do estudo do movimento dos corpos da cinemática, sabendo que quando um móvel se desloca com velocidade constante, diz-se que ele está em movimento uniforme. A terra executa um movimento a uma velocidade constante, e tudo o que está sobre ela se move juntamente com a mesma velocidade, assim se estivermos dentro de um móvel que executa um movimento uniforme e esse móvel estiver com as janelas fechadas, não iremos perceber o seu movimento.

Contornamos o problema da teoria de Aristóteles com a explicação do movimento retrogrado dos planetas, dada por Ptolomeu, que para ele os planetas moviam-se em órbitas circulares chamadas epiciclos e os centros giravam em torno da terra. Através da Geometria explicamos como funciona esse movimento proposto por Ptolomeu. Posteriormente voltamos com a ideia de Universo Heliocêntrico de Copérnico, de maneira simples vimos o seu modelo de cosmo.

Seguindo a aula foi apresentada a primeira ideia de modelo de Universo Heliocêntrico, proposta por Aristarco de Samos, levantou-se em seguida outra questão voltada para o modelo de universo heliocêntrico.

2) Aristarco através de suas observações percebeu que o sol era bem maior que a terra e concluiu que o sol deveria ser o centro do universo, explique com suas palavras por que o maior astro deve ocupar o centro?

Objetivo: Aristarco teve essa conclusão a partir de suas medidas do tamanho da sombra terrestre sobre a lua durante um eclipse. Isso lhe fez pensar que era um absurdo um objeto grande como o sol girasse ao redor de outro tão pequeno quanto a terra. Outra forma que os alunos podem relacionar é através da fórmula da força gravitacional, proposta por Newton, eles vêm no primeiro ano, à mesma mostra que quanto maior a massa maior a força gravitacional exercida, então o planeta que está

no centro deve exercer uma atração maior sobre os demais que orbitam ao seu redor e assim deve ser também o mais massivo.

3) Aristóteles, um dos filósofos gregos que mais influenciou a cultura ocidental, defendia a imobilidade da Terra. Para ele, a Terra estava fixa e parada no centro do universo e todos os demais astros giravam em movimento circular ao redor dela. Aristóteles argumentava que o corpo pesado se movia para baixo, em direção ao centro da Terra. Já o corpo leve movia-se para cima. Sabendo que os planetas são corpos muito massivos, porque ele argumentou que eles se moviam em círculos e não linearmente para baixo?

Objetivo: A justificativa dele era que o sol e todos os demais planetas, exceto a terra que estava imóvel, eram formados pelo éter e a essa substância ele atribuiu o movimento circular. Podemos associar o pensamento de Aristóteles com o fato de que sempre foi observado no céu que os planetas mudam de posição com o passar das horas, à noite precisamente podemos perceber isso com facilidade. Então ele sabia que os astros se moviam em círculos através de observações, mas ele quis favorecer o pensamento religioso e colocar a terra, e, portanto, o ser humano, no centro do universo.

A quarta e a quinta questão foi de fato utilizada pelos defensores do modelo geocêntrico para questionarem a ideia do movimento da Terra proposta pelos heliocentristas. As alternativas causaram dúvidas nos alunos e eles ficaram curiosos acerca das ideias de Galileu. Ao responderem as duas questões, apresentou-se o princípio da inércia de Galileu para justificar a possibilidade de a terra estar em movimento.

4) Galileu em seu livro “Diálogo sobre os dois sistemas”, conduz um debate entre Salviati (que seria a voz do próprio Galileu) e Simplicio (que representa o senso comum):

Salviati: Agora, diga-me, o que você considera ser a causa da bola se mover espontaneamente, quando em declive, e somente forçadamente, quando em auge?

Simplicio: Que a tendência dos corpos pesados é de se mover para o centro da Terra e de se mover para cima, a partir de sua circunferência, somente [forçadamente]; ora, a superfície em declive é a que se aproxima do centro [da Terra], enquanto que aquela em auge se afasta para longe [do centro da Terra]. (GALILEI, 1632, p.148)

Através desse diálogo, percebe-se que Galileu associou o termo gravidade com:

- a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.
- b) O fato dos objetos só se moverem forçadamente.
- c) A justificativa dos objetos se moverem sempre espontaneamente.

Objetivo: Essa questão envolve interpretação, no texto vemos claramente que Galileu associou o termo “gravidade” com uma maior ou menor proximidade com o centro da terra, o mesmo apresenta um exemplo do que seria uma superfície inercial.

5) Suponha que uma pessoa deixe cair uma pedra do alto de uma torre com 5 metros de altura (figura 1). Esta pedra levaria cerca de 1 s para atingir o chão. Neste intervalo de tempo, a Terra (juntamente com a torre) teria se deslocado em uma grande distância e a pedra cairia mais afastada da base da torre (veja a figura a seguir). No entanto a experiência mostra que a pedra sempre cai próxima à base da torre. Como explicar esse fato, assinale com V para verdadeiro e F para falso, justifique sua resposta:

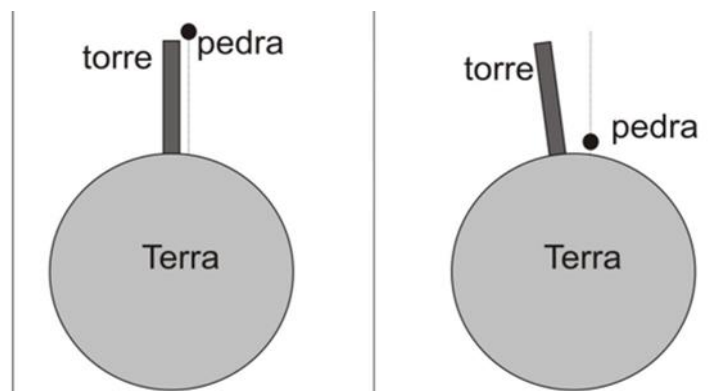


Figura 1 (1) – O problema da pedra lançada da torre.

Fonte: <http://www.conteudoseducar.com.br/conteudos/arquivos/3172.pdf>

- a) ☐ A pedra, antes de ser lançada do alto da torre, possuía a mesma velocidade da Terra, ou seja, estava animada com o mesmo movimento da Terra.
- b) ☐ A Terra está em repouso por isso a pedra cai no mesmo ponto.
- c) ☐ Tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela, por isso a pedra cai no mesmo ponto.
- d) ☐ Mesmo após ser lançada, ela tende a permanecer nesse estado de movimento, a menos que uma força modifique esta tendência (Lei da Inércia).

Objetivo: Um dos argumentos usados desde a Antiguidade contra a possibilidade de se atribuir um movimento de rotação a Terra era que uma flecha atirada verticalmente para cima nunca poderia cair, de volta, no mesmo lugar, se a Terra movesse: Enquanto a flecha está em voo, a Terra se move de oeste para leste, de forma que a flecha cai de volta em um ponto mais a oeste da pessoa que a atirou.

a), c) e d) Os alunos devem marcar essas alternativas como verdadeira e uma das formas que eles podem responder é comparando situações semelhantes a essa na física, como por exemplo: Se jogarmos um objeto para baixo em um ônibus, em movimento uniforme, percebemos que ele não cai mais atrás ou mais a frente, independente do ônibus está em movimento ou parado o objeto irá cair no mesmo ponto. Existem muitos experimentos que explicam esse fato, Galileu justificou pela lei da inércia e argumentou que o objeto antes de ser lançado possuía a mesma

velocidade da terra, e o mesmo tende a permanecer em movimento a menos que uma força modifique essa tendência. Um dos argumentos de Galileu era que o movimento comum a terra e tudo que nela se encontra não desaparecem assim a pedra, durante sua queda, continua a compartilhar com a terra a mesma velocidade que compartilhava antes de ser lançada. Como resultado, por estarmos sobre a terra observamos apenas o movimento da pedra relativo à terra.

b) Essa alternativa serve para contrariar as ideias dos alunos.

Segunda aula:

A segunda aula se iniciou discutindo as ideias de Johannes Kepler, o seu modelo de cosmo, formado pelos sólidos perfeitos de Platão, e a sua descoberta da órbita elíptica. Também apontamos sobre suas três leis do movimento dos planetas que foram vistas e estudadas no primeiro ano. Assim, sugerimos a sexta questão que servirá como um conceito subsunçor para os alunos lembrarem-se das ideias de Newton de força a distância e atração gravitacional. Após os alunos responderem a questão ocorreremos-lhes os conceitos de força centrípeta e força gravitacional usado por Newton para explicar a força que atrai os corpos para o centro.

6) Galileu não conseguia explicar como a Terra podia girar em torno do Sol sem perder a sua Lua, ou mesmo como Júpiter fazia seu movimento em torno do Sol, e ao mesmo tempo “carregava” suas quatro luas. Então Newton forneceu uma explicação matematicamente quantificada para a gravitação, o que colocou um fim nas explicações de Aristóteles, de uma vez por todas. Será que ele descobriu a gravidade e a causa dela?

Objetivo: Newton através de princípios representados pelas três leis da mecânica enunciou a existência de uma força de ação à distância, na qual dois corpos se atraem mutuamente com uma intensidade proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa, solucionando assim diversos problemas existentes na época. Essas leis são estudadas no primeiro ano do ensino médio e os alunos podem usá-las para responder essa questão.

Por fim, falamos das ideias de Einstein sobre gravidade e sua teoria da relatividade. Apontamos o atual conceito de campo gravitacional e sua associação a um distúrbio no espaço. Esses conceitos já eram conhecidos pelos alunos, pois foram estudados em aulas anteriores, mas o objetivo era mostrar como ele foi construído e enfim formulado. Para sabermos a opinião deles acerca dos cientistas que colaboraram nas teorias estudadas, propomos a sétima questão:

7) Sabemos que a ciência erra e está constantemente em construção, com base nos modelos do cosmos que estudamos vimos que até chegarmos à teoria atual houve muitos cientistas que deram suas contribuições. Podemos afirmar que eles estavam errados ou que esses modelos foram irrelevantes para o estudo da gravidade? Justifique sua resposta.

Objetivo: Os alunos devem perceber que a ciência está em constante construção e que não existem “gênios” da ciência, mas sim cientistas que estudaram muito e foram adequando suas teorias baseados em estudos anteriores. A síntese da ciência foi estabelecida através de leis físicas do movimento e respondendo todas as questões surgidas ao longo do estudo da cosmologia através do pensamento científico em direção à concepção que temos hoje. À medida que novos conhecimentos são produzidos, os modelos se tornam mais completos, oferecendo melhores condições de descrever os fenômenos observados.

Como síntese de todas as teorias, modelos e princípios que estudamos, levantou-se a última questão com o objetivo de serem relatadas as ideias que foram aprendidas.

8) Explique o modelo de Universo, o sistema solar os movimentos dos planetas, tudo o que está contido nele e a sua evolução. Relacionando as teorias que vimos com seus conhecimentos sobre o funcionamento do cosmos.

Objetivo: Relatar a evolução do modelo de universo até sua teoria atual, relacionando os estudos sobre heliocentrismo e geocentrismo, as contradições das teorias, as ideias de diversos nomes da ciência e suas contribuições. Defender as transformações promovidas pela revolução astronômica e as questões decorrentes dessas teorias.

3.2 A análise das respostas dos estudantes

Trataremos nossos dados a partir de uma perspectiva qualitativa, que tem como problemas investigativos aspectos e questões relativos à evolução do conceito de gravitação. Segundo Moraes (1999) a análise de conteúdo das respostas dos alunos compreende procedimentos para o processamento de dados científicos, partindo de uma série de pressupostos que servem de suporte para captar o sentido simbólico da pesquisa.

Para a sondagem das concepções dos estudantes utilizamos o questionário que foi respondido pelos alunos, buscando analisar quais conceitos subsunçores podemos encontrar em suas respostas. De posse das informações foi preciso primeiro prepará-las, e, para isso, foi necessário fazer uma leitura de todo material e analisar o quão próximas as respostas dos alunos estavam dos objetivos estabelecidos.

Posto que os materiais foram devidamente preparados fizemos o processo de “Unitarização”. Foi onde definimos a unidade de análise e submetemos a classificação. Após isso isolamos essas unidades de forma que tivessem significado e pudessem ser interpretadas sem o auxílio de informação adicional.

A partir da análise das respostas buscamos revelar as concepções dos alunos acerca dos seguintes aspectos: 1) Concepções acerca do movimento planetário, 2) Concepções acerca do Sol e 3) Concepções sobre Gravitação. Poderíamos escolher outros aspectos, mas foram escolhidos esses porque foram os que apareceram com mais frequência em suas falas, além disso são trabalhados no nível fundamental e médio.

A categorização foi o processo onde agrupamos os dados considerando a parte comum entre eles. Separamos as respostas por analogia segundo critérios previamente estabelecidos. Dentro de cada um desses aspectos, também separamos as respostas por níveis, do menos elaborado (nível 1), para o mais elaborado, do ponto de vista científico (nível 4). Esses níveis foram baseados e comparados com os objetivos pré-estabelecidos de cada questão.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE

Assim como já mencionado, nossa análise focou em identificar os conceitos que os estudantes apresentaram para três dimensões: concepções do movimento planetário, concepções sobre o Sol e concepções sobre gravitação. Nesse caso, foram organizadas tabelas que apresentam essas concepções, organizadas em níveis – de acordo com a proximidade da resposta do estudante com o modelo científico. Interessa-nos particularmente entender como os conhecimentos desses estudantes foi (re)organizado no momento em que elaborou suas respostas.

4.1 Concepções sobre o movimento planetário

Na tabela 1 apresentamos as concepções dos alunos acerca do *movimento planetário*. Os sujeitos classificam a Terra como tendo diferentes tipos de movimentos, considerando que esses movimentos são causados pela interação gravitacional, ainda que a massa dos corpos celestes interfira nesse movimento e na posição dos planetas. Destacamos a seguir algumas das respostas dos alunos, assim como os conceitos subsunçores presentes em cada nível.

	Modelos Cosmológicos.	Movimentos executados.	Movimento causado pela Ação Gravitacional.
Nível 1	Terra está imóvel, os planetas giram em torno dela.	Os planetas se movem em círculos.	O movimento de rotação acontece por causa da gravidade.
Nível 2	O Sol é o centro do Universo.	Os planetas se movem no sentido horário.	O movimento do sistema Solar, planetas e outros astros é causado por certos astros que têm massa maior.
Nível 3	A terra está em movimento e tudo que está nela move-	Os planetas se movem em elipses.	O sol é maior e isso faz com que ele possa atrair os outros astros para

	se junto.		perto de si.
Nível 4	O sol ocupa o centro do sistema solar e os outros astros orbitam ao seu redor.	A terra possui dois tipos de movimentos rotação e translação, ambos influenciam diversos fenômenos climáticos da terra.	O sol possui uma massa muito maior que a de outros corpos, consequentemente sua deformação no espaço é maior e acaba por causar uma atração dos outros astros.

Tabela 1: Concepções acerca do movimento planetário.

Nível 1: Os sujeitos dessa categoria, a minoria, sustentam o modelo Geocêntrico de Universo defendido por Aristóteles, onde a Terra estaria imóvel e todos os planetas giram a sua volta em um movimento circular.

Não é possível saber se esses alunos citaram esse modelo como exemplo, ou se realmente acreditam nele – o que pedagogicamente é bastante preocupante – porque foram demonstradas diversas teorias que contrariavam esse modelo. Teorias que foram comprovadas e que são atualmente aceitas, baseadas em experimentos e observações. Este foi o caso do aluno 18, que respondeu: *"A terra no centro e os planetas a sua volta"*. Além disso, outros indivíduos consideram que a Terra gira, mas não associam esse movimento com o movimento aparente das estrelas.

O fato de a Terra está imóvel estabelece uma classe de indivíduos que ainda hoje consideram essa ideia defendida por Aristóteles. Essa ideia serve como um conceito subsunçor, pois está presente na estrutura cognitiva das pessoas que defendem a imobilidade da Terra pelo fato de não sentirmos seu movimento.

Langhi (2011) fala que durante alguns cursos de formação continuada de professores do México, as concepções mais comuns acerca de conteúdos de Astronomia eram a respeito dos movimentos da esfera celeste (muitos não se davam conta do movimento aparente das estrelas, apesar de saberem que a Terra gira, mas sem uma associação entre esses dois movimentos).

Nível 2: Aqui os indivíduos posicionam o Sol no centro do Universo e defendem que os planetas se movem em sentido horário e esse movimento é

causado por astros que têm uma massa maior, mas eles não especificam que astro é esse.

Sabemos que o Sol pode ser considerado o centro do Sistema Solar e não do Universo, pois existe uma imensidão de outros sistemas e galáxias, LANGHI (2011) indica que essa ideia ainda é bem persistente em concepções alternativas sobre conceitos em Astronomia.

Quanto ao sentido de movimento há alunos que defendem que a Terra se move em sentido horário, podemos caracterizar como um conceito subsunçor. Porém o movimento de rotação da Terra em volta do seu próprio eixo se dá do Oeste para o Leste. O movimento de translação se dá no mesmo sentido e é caracterizado como sentido anti-horário.

Nível 3: Os defensores dessa categoria citam a Lei da Inércia defendida por Galileu quanto a nossa percepção de movimento na Terra. Defendem também as ideias de Kepler quanto à forma elíptica do movimento planetário. Trazem também a ideia de Força Gravitacional de Newton em que quanto maior a massa maior a atração entre os corpos.

Outra afirmação bem recorrente é o caso da órbita elíptica terrestre, a maioria dos alunos defendem essa concepção de Kepler. Essa concepção estabelece um conceito subsunçor, onde os indivíduos defendem a órbita elíptica, porém citam o Sol posicionado no Centro e não em um dos focos dessa elipse.

Barrabín (1995, apud Langhi, 2011) aborda novamente o modelo Sol-Terra, especificando as questões da órbita terrestre e das estações do ano, por meio de questionários. As respostas mais frequentes foram aquelas em que a órbita terrestre é elíptica com o Sol em um dos focos e aquelas em que a órbita é elíptica com o Sol no centro. A opção da órbita circular (ou quase circular) com o Sol no centro foi minoritária.

Nível 4: Essa é a categoria mais aceita cientificamente aqui os indivíduos relatam de forma correta a posição dos Astros no nosso Sistema Solar e como na física moderna, a descrição mais precisa da gravidade é dada pela Teoria da Relatividade Geral de Einstein, segundo a qual o fenômeno é uma consequência da curvatura espaço-tempo que regula o movimento de objetos celestes.

Essa categoria trouxe respostas muito fundamentadas, baseadas no conceito de gravitação de Einstein, onde o Sol por ser muito massivo causaria uma deformação no espaço atraindo os planetas. O aluno 3 exemplifica muito bem as ideias de Einstein, que foram estudadas na aula anterior, o mesmo respondeu que: *“Possui uma massa maior que os outros corpos, portanto a sua deformação é maior e atrai os outros planetas.”*

Ainda nessa categoria os alunos citam dois tipos de movimentos da Terra, sendo que existem ainda dois outros movimentos do planeta, menos pronunciados, que são a precessão e a nutação, esses outros tipos de movimento são poucos estudados na Escola. Através de estudos bibliográficos vemos que segundo os livros didáticos há apenas dois movimentos da Terra: Rotação e Translação.

Langhi (2011) ainda considera breves afirmações elaboradas a partir da fundamentação encontrada na literatura da área de Astronomia. Destacamos aqui as que foram mais citadas pelos alunos e que correspondem ao levantamento de Langhi, no que diz respeito aos movimentos celestes.

- Há estrelas entre os planetas do Sistema Solar.
- Predominante visão geocêntrica do Universo.
- O Sistema Solar termina no último planeta.
- Falta de atualizações das características planetárias, segundo novas pesquisas.
- Há apenas dois movimentos da Terra: Rotação e Translação.
- Dentre as ideias defendidas pelos alunos acerca do Sol está no Centro do Universo, destacamos aqui alguns tópicos defendidos por eles em suas respostas.

Na tabela 2 caracterizamos as concepções dos indivíduos acerca do Sol, em que eles fazem referência ao modelo Heliocêntrico. Destacamos também as razões do Sol ser o centro do sistema Solar, que os alunos explicitaram em suas respostas como: por conseguir atrair outros planetas, por ser mais massivo e outras razões.

4.2 Concepções sobre o Sol

Na tabela 2, apresentamos as principais concepções sobre o Sol, em relação ao seu potencial para exercer a gravidade e influenciar no movimento de outros astros.

	Consegue atrair os outros planetas.	Por ser mais massivo e ocupar mais espaço.	Outras razões.
Nível 1	Sol forma uma “malha” e os planetas são atraídos por ela.	Porque ele tem a massa maior que a terra.	O Sol estando no centro, poderá pegar em quase todos os planetas.
Nível2	É maior que a terra e vai atrair os outros planetas e aquecer para ter mais vida.	Se o sol é bem maior que a terra, obviamente deveria ocupar o centro.	O Sol é o centro da galáxia e não a terra.
Nível 3	Por ter maior força gravitacional.	Porque é maior que os outros, então os outros giram em torno dele.	Para equilibrar o Universo.
Nível 4	O sol possui uma massa muito maior que a de outros corpos, conseqüentemente sua deformação do espaço é maior e acaba por causar uma atração dos outros astros.	Pelo fato de a massa do sol ser maior e isso faz com que ele possa atrair os outros astros para perto de si.	Ele deve ocupar o centro pelo fato dele conseguir iluminar os lugares.

Tabela 2: Concepções acerca do Sol

Nível 1: Estão presentes aqui visões equivocadas a respeito do assunto de Relatividade Geral. Percebemos que eles procuram explicar a Física Moderna usando ideias que não são aceitas cientificamente.

O aluno 27 diz que: *“Porque o sol estando no centro, poderá pegar em quase todos os planetas e porque ele possui uma massa maior fazendo com que ele atraia os outros astros.”* Essa ideia estabelece um conceito subsunçor, pois os

alunos interpretam que a “malha” do espaço-tempo pode servir como suporte para os planetas.

Nível 2: Os indivíduos desse grupo admitem que o Sol se situa no Centro por ser maior que a Terra e por exercer uma força atrativa sobre os Planetas. Defendem também o fato de aqui na Terra a temperatura é um pouco maior porque vivemos nas vizinhanças de uma estrela, que é o nosso Sol.

Relacionaram suas ideias com a força de atração gravitacional, proposta por Newton, em que quanto maior a massa, maior a força gravitacional exercida. O aluno 9 aponta que: *“Por possuir uma massa maior que os outros astros, ele fica no centro e atrai os demais corpos.”*

Uma concepção bem comum entre os indivíduos que caracteriza um conceito subsunçor está presente na ideia de o Sol ser o Centro da Galáxia. Entretanto sabemos que Sol está localizado no “centro” de mais um sistema planetário dentro da galáxia, que, ao lado de outros tantos milhões de galáxias, ocupa um pequeno espaço no Universo.

Trumper (2001, apud Langhi, 2011) discute os resultados das concepções encontradas. Para a causa do ciclo dia/noite, as respostas mais comuns eram as de que o Sol gira em torno da Terra ou que a Terra gira em torno do Sol. Finalizando, persiste a concepção de que existe um centro no Universo e muitos responderam como sendo o Sol e outros como a nossa galáxia.

Nível 3: Aqui estão classificados os sujeitos que apontaram a dificuldade de um corpo tão grande quanto o Sol girar em volta de corpos menores como os planetas.

O aluno 4 apresenta a ideia defendida por Aristarco: *“Porque ele é maior e ocupa mais espaço e por ser maior que os outros planetas se tornaria difícil ele girar em torno dos outros.”*

O aluno 15 associou a força gravitacional exercida pelo Sol, com uma força que mantém os planetas e “equilibra” o universo, o mesmo cometeu um erro ao defender que o Sol é o maior corpo do Universo, e não do Sistema solar. *“Para que possa equilibrar o universo, pois a massa do sol é muito maior que todas as outras.”*

Nível 4: Os sujeitos presentes nessa categoria são os que suas respostas estão presentes na posição das respostas mais próximas das aceitas cientificamente, aqui eles trazem conceitos tanto da física clássica, como da física moderna, o que nos surpreendeu foi à maneira deles dominarem com tanta convicção o assunto.

O aluno 5 defendeu o Sol como fonte de luz para os planetas, explicando assim o porquê de haver vida na terra: *“Ele deve ocupar o centro pelo fato dele conseguir iluminar os lugares; assim ficando no centro por ser maior que a terra.”*

Neste último quadro apresentamos as concepções dos alunos acerca do tema Gravitação, defendidos perante teorias distintas, destacando as ideias de Newton e Einstein e a razão da queda dos corpos.

4.3 Concepções sobre Gravitação

Na Tabela 3 apresentamos as principais concepções sobre o que é a gravitação, destacando para alunos que apresentam a concepção newtoniana, a concepção de Einstein e como eles explicam a queda dos corpos.

	Conceitos de Gravitação de Newton.	Conceitos de Gravitação de Einstein.	Gravidade e queda dos corpos no Espaço.
Nível 1	Newton descobriu a gravidade por um acidente através do episódio da maçã.	Einstein falou que os corpos sofrem deformação.	Não tem gravidade no espaço.
Nível 2	Newton descobriu a gravidade que os corpos se atraem.	Gravidade é a deformação do espaço por meio da massa de um corpo.	No espaço os corpos caem por causa da resistência do ar.
Nível 3	Newton pensou que a gravidade existia não apenas na terra, mas também no	Einstein conceituou a teoria da relatividade geral e a ideia de que matéria e energia	Tudo que está na terra cai, mas se sair da terra flutua.

	espaço.	transformam o espaço-tempo.	
Nível 4	Newton formulou uma teoria que buscava explicar a força de atração entre os corpos.	O fenômeno Gravitacional é a consequência da deformação do espaço por meio da massa de um objeto.	A causa seria a força, a massa e a aceleração.

Tabela 3: Concepções de Gravitação

Nível 1: Nesta categoria estão presentes os indivíduos que acreditam que Newton descobriu a gravidade através do episódio da maçã, bastante mencionado nos livros didáticos. Classificam-se também aqui sujeitos que consideram que os corpos sofrem deformação no espaço e ainda os indivíduos que acham que no espaço não tem gravidade.

Há alunos que acreditam que Newton “descobriu” a gravidade através do episódio da maçã, esse conceito subsunçor é sempre bem apresentado nos livros didáticos e discutido pelos professores do ensino médio. O aluno 5 afirma que: *“Sim ele descobriu a gravidade, por um acidente uma maçã caiu na cabeça dele, então ele ficou se perguntando como teria acontecido aquilo e começou a estudar sobre.”*

Outro argumento ilógico foi à ideia de que no espaço não há gravidade. O aluno 14 defende: *“Porque não tem gravidade no espaço aí não teria como cair.”* Sabemos que essa ideia é um mito, pois o próprio Einstein afirma que a estrutura do universo é formada pela gravidade, então não há um lugar onde essa força não exista.

Mesmo estudando diversas teorias a respeito da gravidade existirão pessoas que irão distorcer ou entende-la e interpretá-la de forma errônea, cabe a nós professores cada vez mais investir em conceitos básicos a fim de formar na mente dos alunos uma ideia madura e fundamentada na ciência do conceito correto.

Nível 2: Aqui posicionam-se os indivíduos quem têm ideias semelhantes às do nível 1, mas falam que a queda dos corpos no espaço ocorre graças a resistência do ar;

Alguns associaram que no universo os corpos moviam em trajetória circular por causa da gravidade, mas ao mesmo tempo falaram da resistência do ar. Sabemos que no espaço não há a existência de matéria, ou seja, é composto pelo Vácuo. Acredito que o aluno 19 afirmou isso baseado na argumentação de Aristóteles contra a ideia de vácuo. *“A gravidade pode ser um fator que influencia nessa questão e a resistência do ar são os fatores.”*

Nardi e Carvalho (1996, apud Langhi, 2011) mostram, ainda, que, apesar desses indivíduos possuírem essa noção, é comum associarem a gravidade com atmosfera.

Nível 3: Apontamos aqui os indivíduos que explicam os pensamentos de Newton e Einstein a respeito da gravitação próximo ao que é aceito. Entretanto quanto à queda dos corpos estão presentes os que acreditam que as leis físicas da Terra são diferentes no Espaço.

Newton chegou à conclusão que não só a Terra atrai as maçãs e a Lua, mas cada corpo do Universo atrai todos os demais.

Já havíamos falado sobre a ideia de mundo sublunar e supralunar, de Aristóteles. A maioria dos alunos defenderam a ideia de Aristóteles de a terra ser composta pelos quatro elementos, e o Universo ser composto pelo éter. O aluno 16 fundamenta sua resposta com as ideias de Aristóteles: *“Porque essa lei só se aplicava na terra, mundo sublunar. Para Aristóteles a trajetória dos corpos era circular no universo.”*

Nessas 3 categorias acima vemos que os aprendizes citam bastante o termo gravidade, essa expressão estabelece um conceito subsunçor que pode ser substituído por “força gravitacional”, que é um termo mais preciso.

Nardi (1989, apud Langhi, 2011) evidencia sujeitos que não concebem o planeta como sendo esférico e situado no espaço, mas um plano com um céu paralelo ao solo. Outros compreendem que a Terra é esférica, porém os objetos caem para um chão no espaço abaixo do planeta, o que mostra que eles não aceitam a Terra como fonte de força gravitacional.

Nível 4: Das categorias acima essa é a que os conceitos citados pelos indivíduos mais se aproximam do que é aceito cientificamente. Os alunos têm

concepções corretas da Lei da Gravitação de Newton e da Lei da Relatividade Geral de Einstein.

Houve um equívoco quanto a Segunda Lei de Newton, a respeito da Queda Livre, a Força seria substituída pelo peso do objeto e a aceleração pela aceleração gravitacional.

Afirmaram que as Leis de Newton foram formuladas através dos estudos da época, o que realmente aconteceu, pois na sua época ele conseguiu desenvolver um conceito de gravidade baseado nas suas três leis e na sua ideia de força, no qual ele associou a força gravitacional com a força centrípeta.

Os indivíduos usam a segunda Lei de Newton para explicar a queda dos corpos, os mesmos citam que: *“Sim, pois as coisas se moviam sozinhas a causa seria a força, a massa e a aceleração.”*Essa expressão pode ser entendida como um subsunção, pois mostra a ligação entre a força gravitacional e a segunda Lei de Newton, onde a aceleração do corpo (a) seria substituída pela aceleração gravitacional (g).

Teodoro e Nardi (2001, apud Langhi, 2011, p.383) levantaram diferentes concepções sobre a forma da Terra e sobre o campo gravitacional:

A gravidade depende da presença de atmosfera; os astronautas flutuam devido à ausência de atmosfera; os corpos não têm peso no vácuo; a força da gravidade possui um limite de atuação que pode coincidir com o ‘fim’ da atmosfera; os corpos celestes como o Sol, a Lua e as estrelas não ‘caem’ porque estão fora do alcance da força atrativa da Terra.

Apesar de os alunos estarem no último ano do ensino médio, e alguns dependendo da carreira que desejam seguir, não irão mais ver conteúdos de física. Ainda encontramos concepções equivocadas na ciência que se encaixam no nível 1 e nível 2. Isso remete mais uma vez a falta de conteúdos de Astronomia nos currículos escolares, assim como falta de professores formados, capacitados e interessados em lecionarem na área.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relatamos aqui a importância desse trabalho tanto para futuros professores como para amantes da ciência, o mesmo nos faz pensar em maneiras de relacionar a física com a astronomia. A escolha desse tema surgiu com a necessidade de se inserir conteúdos ligados a Astronomia na escola básica, especificamente no ensino médio, pois é de suma importância que os alunos tenham um entendimento amplo sobre as leis que regem nosso universo.

Os conteúdos de astronomia muitas vezes não estão presentes no livro didático, ou aparecem muito superficialmente, e os professores optam por não o abordarem. Observamos que os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam habilidades e orientações de como se trabalhar esses conteúdos no ensino médio. Por isso, nos baseamos nele para construir nossa sequência didática.

Por conseguinte, decidimos abordar a Astronomia ligada ao estudo de gravitação, que é um conteúdo já estudado no Ensino Médio. Isso nos permitiu mostrar a grandeza dos fatos, de estudos fundamentados em teorias, experimentos e observações, o que faz parte do fazer científico. Baseado em questionamentos feitos por cientistas, que foram motivados pelos estudos e pelas belezas do nosso cosmo, e que estavam sempre à procura da razão dos acontecimentos.

Exploramos os cientistas de forma temporal, estabelecendo questões relacionadas aos seus estudos de cada época. Planejamos questões para serem respondidas pelos alunos com o intuito de que eles pudessem expressar um pensamento crítico acerca dos problemas e assim comparassem a evolução de seus pensamentos e dos pensamentos científicos.

A hipótese da sequência didática se deu com a necessidade de abordar de maneira histórica a evolução do pensamento científico. Construímos circunstâncias que estavam intimamente ligadas aos problemas vivenciados na época dos cientistas, assim os alunos puderam ter uma melhor compreensão de como se deu os fatos e o desenrolar das teorias. A sequência didática se deu de forma muito lograda, já que a maioria dos alunos tiveram um bom entendimento do tema e

souberam relacionar as teorias desenvolvidas há séculos, com as que são estudadas hoje.

A análise dos dados foi feita através da metodologia de Moraes (1999), apresentando-se de forma qualitativa. Destacando-se a categorização, descrição e interpretação como etapas essenciais desta metodologia de análise. De maneira geral, a turma nos aceitou muito bem, e a satisfação deles de realizarem esse trabalho foi nítida, todos participaram e tiveram desempenho notável, não necessariamente ligado às respostas dadas por escrito.

Essa pesquisa nos apresentou resultados interessantes em relação às concepções dos estudantes, mas houve limitação com relação ao tempo, pois o professor disponibilizou apenas duas aulas para o desenvolvimento da sequência didática. Acredito que se tivéssemos mais tempo, poderíamos estender as aulas, melhorar as discussões sobre cada problema, trazer mais cientistas e utilizar outros recursos didáticos, como experimentos, vídeos, simuladores, etc. Como uma possível continuação para trabalhos posteriores, esperamos que possam aprofundar ainda mais na história da ciência, e assim contemplar outros aspectos e cientistas que tiveram que ficar de fora. Finalizo esse trabalho propondo que a temática de gravitação possa ser desenvolvida diante de outros meios de avaliação, outras formas de análise de dados e outras metodologias, para além dos meios tradicionais, comumente trazidos nos livros didáticos.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R.M.R. **A teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel.** Tese de Doutorado. São Paulo, 1976.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília, DF: MEC, 2002

CARDOSO, S. O. O. DICKMAN, A. G. **Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico.** Minas gerais, 2012.

CARDOSO, P.M.D. MACHADO, W.S.S. MARQUES, M.T.S. **A Gravitação Universal.** Rio de Janeiro, 2004.

GLEISER, Marcelo. **A Dança do Universo – dos Mitos de Criação ao Big-Bang.** Companhia da Letras, São Paulo, 1997.

LANGHI, Rodolfo. **Professor Langhi site.** Disponível em: <<https://sites.google.com/site/proflanghi/>>. Acesso em: 24 mar. 2019, 20:30.

LANGHI, Rodolfo. **Aprendendo a ler o céu.** São Paulo, 2016, 2º edição.

LANGHI, Rodolfo. **Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional+.** Mato Grosso do Sul, 2011.

LEMONS, E.S. **A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação.** Periódico do Mestrado em Educação da UCDB, Campo Grande, 2006.

MATSUURA, Oscar. **História da Astronomia no Brasil.** Pernambuco, v.1, 2013.

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

OLIVEIRA, M.H.L. **A Retrogradação dos Planetas e Suas Explicações: Os Orbes dos Planetas e Seus Movimentos, da Antiguidade a Copérnico**. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001.

PEDUZZI, L. O.Q. **Força e movimento de Thales a Galileu**. Departamento de Física – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2008.

RIBEIRO, R.J. **Organizadores prévios para aprendizagem significativa em física: o formato curta de animação**. Minas Gerais, 2012.

SILVA, Ramon Eustáquio Sousa ; FERNANDES, Geraldo W. Rocha. A Análise da Astronomia nos livros didáticos de Física em escolas dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. **Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas**. No. 10 – Ano V, Minas Gerais, 2016.

SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. **Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social**. V. 4, n. 1, p. 40, 2014.

SIMÕES, Cleonir. **Elementos da Astronomia nos Livros Didáticos de Física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica De Minas Gerais. Belo horizonte, 2008.

STRIEDER, Beatriz; WATANABE, Graciella. **Atividades Investigativas na Educação Científica: Dimensões e Perspectivas em Diálogos com o ENCI**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, dezembro, 2018

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências**. Paraíba, 2008.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa Como Ensinar**. Porto Alegre, 1998.

APÊNDICE A – Slides do conteúdo das aulas da sequência didática



SABEMOS QUE A ASTRONOMIA É UMA CIÊNCIA QUE DESPERTA O FASCÍNIO E INTERESSE DAS PESSOAS EM QUALQUER FAIXA ETÁRIA, POR CAUSA DOS FENÔMENOS NATURAIS COM OS QUAIS ELA SE RELACIONA, SENDO OBJETO DE ESTUDO DO HOMEM HÁ VÁRIOS SÉCULOS. MAS, POR QUE ENSINAR ASTRONOMIA NA ESCOLA?



OBJETIVOS

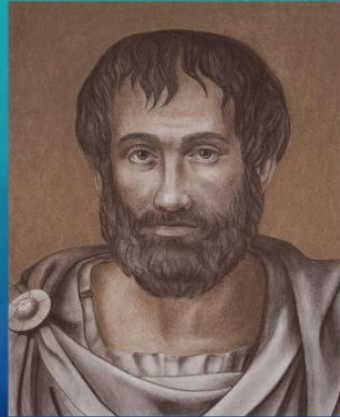
- - Desenvolver atividades, a partir de problematizações envolvendo o tema de Gravitação ligado a área de astronomia, para o Ensino Médio;
- - Investigar aspectos históricos da Lei da Gravitação;
- - Despertar o interesse pela Astronomia e pela ciência em geral nos estudantes de Ensino Médio, a partir das situações práticas de ensino-aprendizagem.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA É UM TERMO EM EDUCAÇÃO PARA DEFINIR UM PROCEDIMENTO ENCADEADO DE PASSOS, OU ETAPAS LIGADAS ENTRE SI PARA TORNAR MAIS EFICIENTE O PROCESSO DE APRENDIZADO.



ARISTÓTELES

- Aristóteles (Estagira, 384 a.C. — Atenas, 322 a.C.) foi um filósofo grego, aluno de Platão e professor de Alexandre, o Grande. Seus escritos abrangem diversos assuntos, como a física, a metafísica, as leis da poesia e do drama, a música, a lógica, a retórica, o governo, a ética, a biologia, a linguística, a economia e a zoologia.



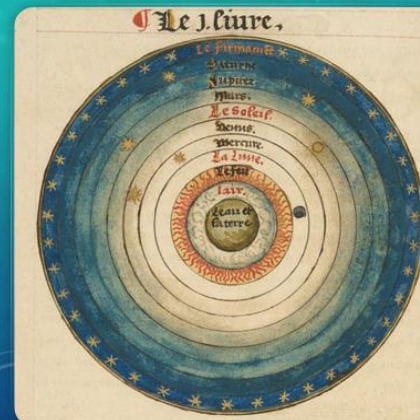
DE ACORDO COM ARISTÓTELES, O UNIVERSO ERA DIVIDIDO EM DOIS MUNDOS: O SUBLUNAR E O SUPRALUNAR. TUDO O QUE EXISTIA NO MUNDO SUBLUNAR, ISTO É, ABAIXO DA LUA, ERA COMPOSTO PELOS QUATRO ELEMENTOS: FOGO, TERRA, AR E ÁGUA.



QUAL É A NATUREZA DOS CORPOS CELESTES?

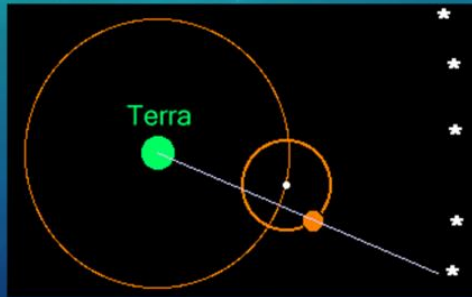


MODELO PROPOSTO POR ARISTÓTELES (GEOCÊNTRICO)



- Para Aristóteles o universo era finito por uma esfera sobre a qual estavam dispostas estrelas fixas. Os demais corpos celestes conhecidos na época, Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte e Júpiter se moviam ao redor da Terra. Neste Universo não havia lugar para o vazio, motivo pelo qual argumentava contra a possibilidade do vácuo.

DE ACORDO COM A NATUREZA DOS CORPOS CELESTES, OS ASTROS DEVERIAM MOVER-SE, UNIFORMEMENTE, EM CÍRCULOS, AO REDOR DA TERRA. PORÉM, AS OBSERVAÇÕES MOSTRAM DESVIOS DESSE MOVIMENTO, CHAMADOS ANOMALIAS.



DE TEMPOS EM TEMPOS ALGUMAS ESTRELAS ERRANTES APARECIAM NO CÉU E SE COMPORTAVAM DE FORMA TOTALMENTE DESCONEXA DA HARMONIA PRESENTE NO CÉU. A ESTAS ESTRELAS OS GREGOS DERAM O NOME DE PLANETAS. HAVIA UM PROBLEMA COM ESSE MODELO: ELE NÃO EXPLICAVA O MOVIMENTO RETRÓGRADO DOS PLANETAS.

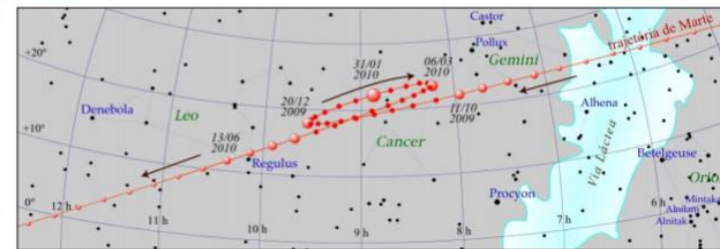
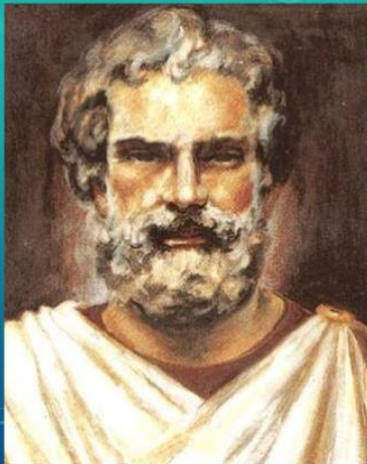


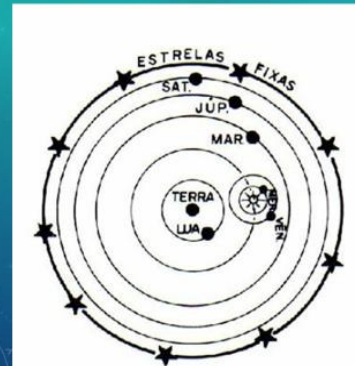
Figura 2 - Movimento aparente de Marte, quando observado da Terra, tomando como referência a esfera celeste. Note como Marte parece retroceder em seu caminho, para depois retomar sua trajetória inicial.
Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gasiao/Retrogrado/retrogrado.html>



HERACLIDES DO PONTO

- HERACLIDES DO PONTO (CA. 390 A.C. — 310 A.C.) FOI UM FILÓSOFO E ASTRÔNOMO GREGO, (SÉCULO IV A.C.).

MODELO HÍBRIDO DE HERÁCLIDES DE PONTO



HERACLIDES IDEALIZOU UM SISTEMA EM QUE OS PLANETAS MERCÚRIO E VÊNUS GIRARIAM AO REDOR DO SOL, E ESTE EM TORNO DA TERRA, E DEFENDIA A IDEIA DE QUE A TERRA, LOCALIZADA NO CENTRO DO UNIVERSO, ESTIVESSE ANIMADA DE UM MOVIMENTO DE ROTAÇÃO EM TORNO DE SI MESMA NUM PERÍODO DE UM DIA

COMO CONVENCER ALGUÉM DE UM MOVIMENTO QUE NÃO SE SENTE?



HERÁCLIDES DO PONTO FOI O PRIMEIRO A AFIRMAR O MOVIMENTO DA TERRA. SE A TERRA ESTÁ SE MOVIMENTANDO, POR QUE NÃO SENTIMOS SEU MOVIMENTO?

A) POR SER UM MOVIMENTO DEVAGAR SE TORNA IMPERCEPTÍVEL.

B) A VELOCIDADE DA TERRA É APROXIMADAMENTE 1675KM/H QUE EQUIVALE A APROXIMADAMENTE 465M/S, UMA VELOCIDADE MUITO ALTA PARA SENTIRMOS.

C) POR QUE TUDO QUE ESTÁ SOBRE A TERRA SE MOVE JUNTAMENTE COM ELA.



ARISTARCO DE SAMOS



- **Aristarco de Samos** (310 a.C — 230 a.C) foi um astrônomo e matemático grego, sendo o primeiro cientista a propor que a Terra gira em torno do Sol (Sistema Heliocêntrico) e que a Terra possui movimento de rotação.

- Aristarco através de suas observações percebeu que o sol era bem maior que a terra e concluiu que o sol deveria ser o centro do universo, explique com suas palavras por que o maior astro deve ocupar o centro?



ARISTARCO USOU UMA GEOMETRIA ELEGANTE E DE EXTREMA SIMPLICIDADE PARA MEDIR A DISTÂNCIA TERRA-SOL, JÁ CONHECENDO A DISTÂNCIA DA TERRA À LUA.

	Medidas de Aristarco	Medidas atuais
Diâmetro da Lua	$0,35 D_{Terra}$	$0,27 D_{Terra}$
Distância Terra-Lua	$40 D_{Terra}$	$30 D_{Terra}$
Distância Terra-Sol	$19 d_{Terra, Lua}$	$380 d_{Terra, Lua}$
Diâmetro do Sol	$6,7 D_{Terra}$	$109 D_{Terra}$

O SOL É QUASE SETE VEZES MAIOR DO QUE A TERRA. O HELIOCENTRISMO ESTÁ CORROBORADO POIS O ASTRO QUE ESTÁ NO CENTRO DEVE SER E, EFETIVAMENTE, É O MAIOR.

CLÁUDIO PTOLOMEU

- **Claudius Ptolomeu (90-168).** Foi um cientista grego que viveu em Alexandria, uma cidade do Egito. Ele é reconhecido pelos seus trabalhos em matemática, astrologia, astronomia, geografia e cartografia. Realizou também trabalhos importantes em óptica e teoria musical.



PARA CONTORNAR A SITUAÇÃO DO MOVIMENTO RETRÓGRADO, CLAUDIUS PTOLOMEU, PROPÔS UMA ALTERAÇÃO NO MODELO DE ARISTÓTELES. PARA ELE, OS PLANETAS SE MOVIAM EM ÓRBITAS CIRCULARES CHAMADAS EPICICLOS, CUJOS CENTROS GIRAVAM EM TORNO DA TERRA.

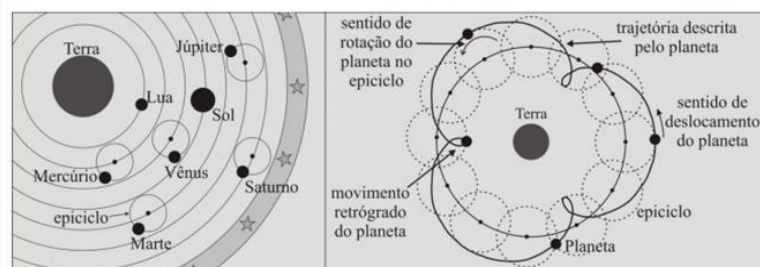


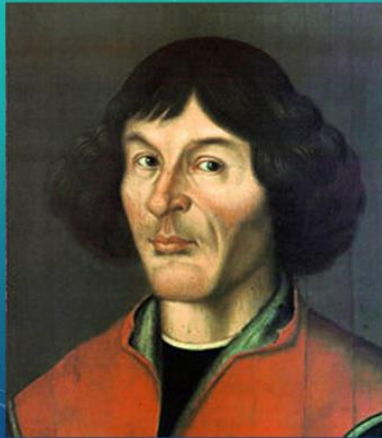
Figura 3 - Modelo geocêntrico com as modificações propostas por Ptolomeu. No destaque, a trajetória descrita por um planeta, em sua movimentação em torno da Terra.

ARISTÓTELES, UM DOS FILÓSOFOS GREGOS QUE MAIS INFLUENCIOU A CULTURA OCIDENTAL, DEFENDIA A IMOBILIDADE DA TERRA. PARA ELE, A TERRA ESTAVA FIXA E PARADA NO CENTRO DO UNIVERSO E TODOS OS DEMAIS ASTROS GIRAVAM EM MOVIMENTO CIRCULAR AO REDOR DELA. ARISTÓTELES ARGUMENTAVA QUE O CORPO PESADO MOVIA-SE PARA BAIXO, EM DIREÇÃO AO CENTRO DA TERRA.

JÁ O CORPO LEVE MOVIA-SE PARA CIMA. SABENDO QUE OS PLANETAS SÃO CORPOS MUITO MASSIVOS, PORQUE ELE ARGUMENTOU QUE ELES SE MOVIAM EM CÍRCULOS E NÃO LINEARMENTE PARA BAIXO?



Movimento retrógrado de um planeta externo

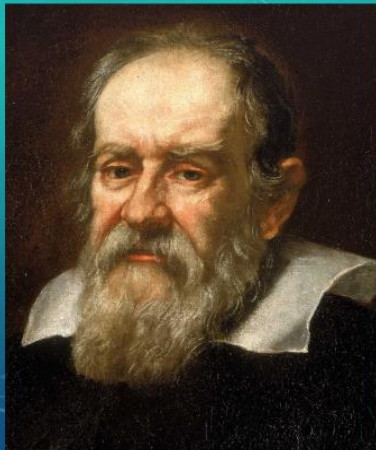
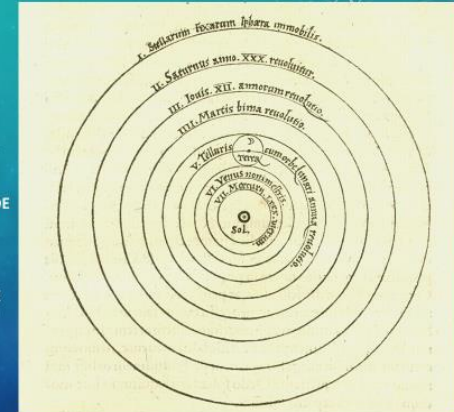


NICOLAU COPÉRNICO

- Nicolau Copérnico (Toruń, 19 de fevereiro de 1473 — Frauenburgo, 24 de maio de 1543) foi um astrônomo e matemático polonês que desenvolveu a teoria heliocêntrica do Sistema Solar. Foi também cônego da Igreja Católica, governador e administrador, jurista, astrônomo e médico.

SEGUNDO COPÉRNICO, O SOL PASSAVA A OCUPAR O CENTRO DO UNIVERSO, ENQUANTO A TERRA E OS DEMAIS PLANETAS GIRAVAM AO SEU REDOR.

- "NO MEIO DE TODOS OS ASSENTOS, O SOL ESTÁ NO TRONO. NESTE BELÍSSIMO TEMPLO PODERÍAMOS NÓS COLOCAR ESTA LUMINÁRIA NOOUTRA POSIÇÃO MELHOR DE ONDE ELA ILUMINASSE TUDO AO MESMO TEMPO? CHAMARAM-LHE CORRETAMENTE A LÂMPADA, O MENTE, O GOVERNADOR DO UNIVERSO; HERMES TRIMEGISTO CHAMAVA-LHE O DEUS VISÍVEL, A ELECTRA DE SÓFOCLES CHAMAVA-LHE O QUE TUDO VÊ. ASSIM, O SOL SENTA-SE COMO NUM TRONO REAL GOVERNANDO OS SEUS FILHOS, OS PLANETAS QUE GIRAM À VOLTA." COPÉRNICO (1473 - 1543)



GALILEU GALILEI

- Galileu Galilei (Pisa, 15 de fevereiro de 1564 — Florença, 8 de janeiro de 1642) foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo florentino.

- Galileu em seu livro "Diálogo sobre os dois sistemas", conduz um debate entre Salviati (que seria a voz do próprio Galileu) e Simplicio (que representa o senso comum):
- Salviati: Agora, diga-me, o que você considera ser a causa da bola se mover espontaneamente, quando em declive (descida) , e somente forçadamente, quando em aclave (subida) ?



Simplicio: Que a tendência dos corpos pesados é de se mover para o centro da Terra e de se mover para cima, a partir de sua circunferência, somente [forçadamente]; ora, a superfície em declive é a que se aproxima do centro [da Terra], enquanto que aquela em auge se afasta para longe [do centro da Terra]. (GALILEI, 1632, p.148) .

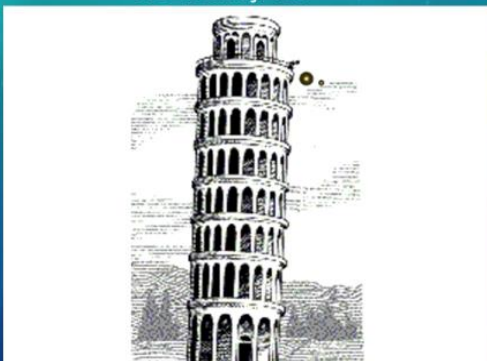
Através desse diálogo, percebe-se que Galileu associou o termo gravidade com:

- A) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.
- B) O fato dos objetos só se moverem forçadamente.
- C) A justificativa dos objetos se moverem sempre espontaneamente

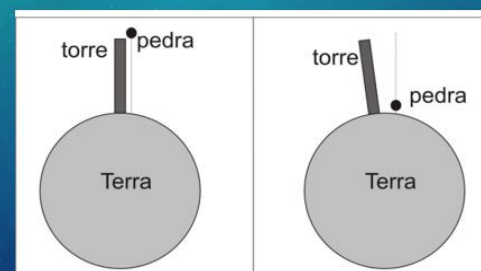
- QUANDO GALILEU OLHOU PARA JÚPITER PERCEBEU QUE O PLANETA ERA ACOMPANHADO POR DIVERSOS PEQUENOS SATÉLITES OU LUAS QUE ORBITAVAM À SUA VOLTA.



AO DESPREZAR A RESISTÊNCIA DO AR, TODOS OS CORPOS, INDEPENDENTE DAS MASSAS, CAEM COM A MESMA ACELERAÇÃO.



- SUPONHA QUE UMA PESSOA DEIXE CAIR UMA PEDRA DO ALTO DE UMA TORRE COM 5 METROS DE ALTURA. ESTA PEDRA LEVARIA CERCA DE 1 S PARA ATINGIR O CHÃO. NESTE INTERVALO DE TEMPO, A TERRA (JUNTAMENTE COM A TORRE) TERIA SE DESLOCADO EM UMA GRANDE DISTÂNCIA E A PEDRA CAIRIA MAIS AFASTADA DA BASE DA TORRE (VEJA A FIGURA A SEGUIR).



- NO ENTANTO A EXPERIÊNCIA MOSTRA QUE A PEDRA SEMPRE CAI PRÓXIMA À BASE DA TORRE. COMO EXPLICAR ESSE FATO, JUSTIFIQUE COM V PARA VERDADEIRO E F PARA FALSO.

- () A pedra, antes de ser lançada do alto da torre, possuía a mesma velocidade da Terra, ou seja, estava animada com o mesmo movimento da Terra.
- () A Terra está em repouso por isso a pedra cai no mesmo ponto.
- () Tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela, por isso a pedra cai no mesmo ponto.
- () Mesmo após ser lançada, ela tende a permanecer nesse estado de movimento, a menos que uma força modifique esta tendência (Lei da Inércia).

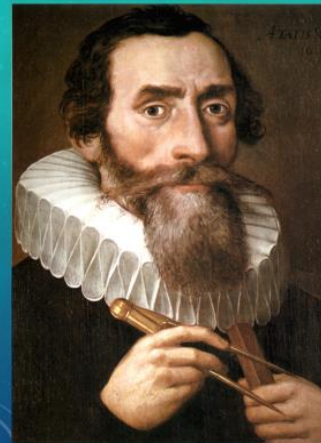
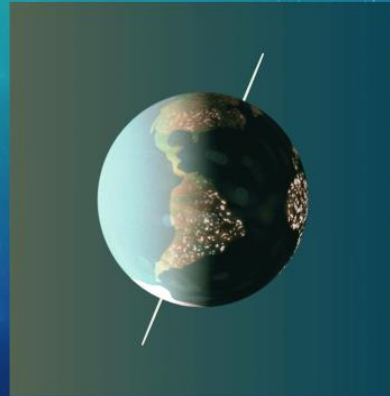


SE A TERRA SE MOVE DE OESTE PARA LESTE, O ALCANCE DO TIRO DE CANHÃO PARA OESTE SERIA MAIOR DO QUE O ALCANCE DO TIRO PARA O LESTE?



PRINCÍPIO DA INÉRCIA DE GALILEU

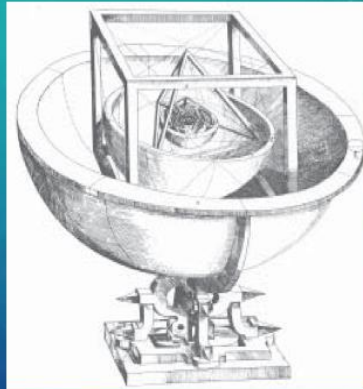
- O Princípio da Inércia foi utilizado por Galileu para justificar a possibilidade da Terra estar em movimento. A resposta de Galileu é que o movimento comum à Terra e a tudo que nela se encontra não desaparece.



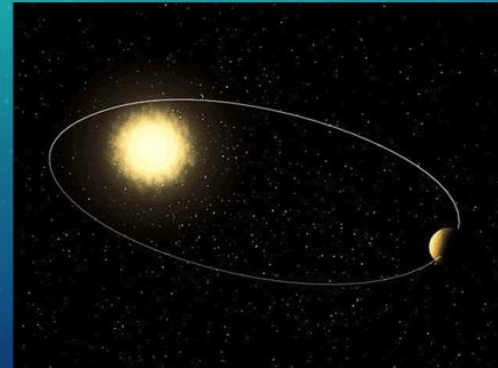
JOHANNES KEPLER

- Johannes Kepler (Weil der Stadt, 27 de dezembro de 1571 — Ratisbona, 15 de novembro de 1630) foi um astrônomo, astrólogo e matemático alemão.

O MODELO DOS SÓLIDOS PERFEITOS DE KEPLER. AS ÓRBITAS PLANETÁRIAS, REPRESENTADAS POR ESFERAS, ESTÃO INSCRITAS E CIRCUNSCRITAS NOS CINCO SÓLIDOS PERFEITOS.



JOHANNES KEPLER MODIFICARA A TEORIA DE COPÉRNICO, SUGERINDO QUE OS PLANETAS NÃO SE MOVIAM EM CÍRCULOS, MAS EM ELIPSES.

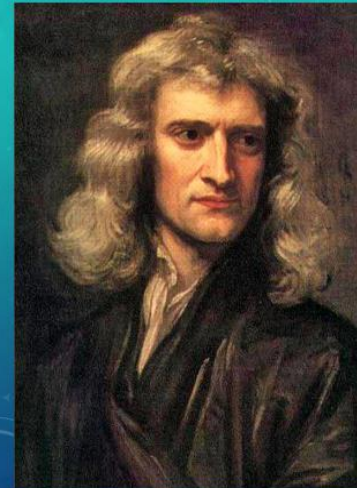


- Galileu não conseguia explicar como a Terra podia girar em torno do Sol sem perder a sua Lua, ou mesmo como Júpiter fazia seu movimento em torno do Sol, e ao mesmo tempo "carregava" suas quatro luas. Então Newton forneceu uma explicação matematicamente quantificada para a gravitação, o que colocou um fim nas explicações de Aristóteles, de uma vez por todas. Será que ele descobriu a gravidade e a causa dela?



ISAAC NEWTON

- Isaac Newton (Woolsthorpe, 4 de janeiro de 1643 — Kensington, 31 de março de 1727) foi um astrônomo, alquimista, filósofo natural, teólogo e cientista inglês, mais reconhecido como físico e matemático.
- "A Natureza e as leis da natureza estavam imersas em trevas; Deus disse: Haja Newton e tudo se iluminou" (Alexander Pope)

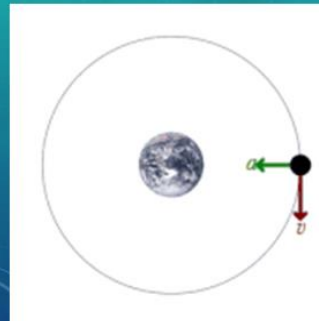


NEWTON ASSOCIAVA A QUEDA DA MAÇÃ A ATRAÇÃO PELA TERRA E PENSOU QUE A GRAVIDADE EXISTIRIA NÃO APENAS NA TERRA, MAS TAMBÉM NO ESPAÇO



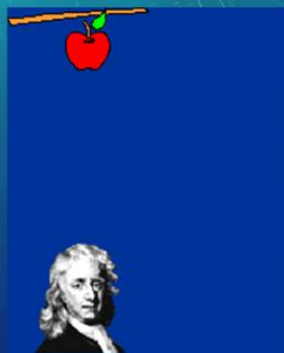
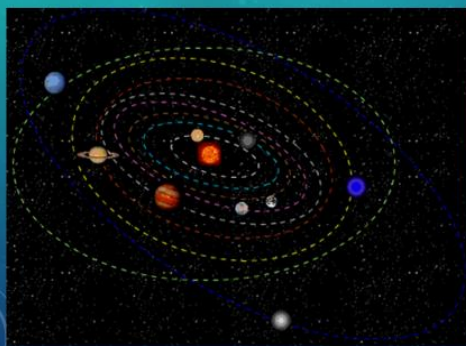
- Ele considerou que se não houvesse força agindo na Lua, ela se moveria em linha reta se afastando da Terra. E já que ela não se afastava, ele acreditava que deveria haver uma força agindo sobre ela que a mantém “presa”. “Se existe uma força entre os corpos, por que eles não caem uns sobre os outros?”

OS PLANETAS SE MOVEM NUMA TANGENTE MAS HÁ UMA FORÇA QUE OS ATRAI PARA O CENTRO.



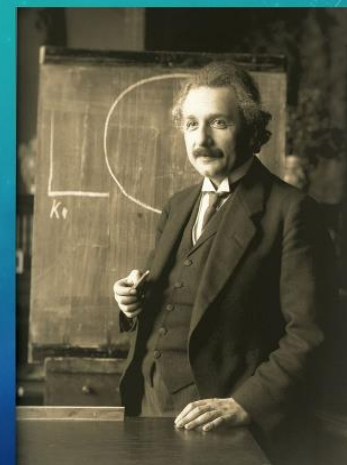
- Newton relacionou a força que fazia os planetas ficarem em órbita com a força centrípeta, e, com isso ele estabeleceu que “a tendência dos corpos em rotação se afastarem do centro é proporcional ao quadrado da velocidade e inversamente proporcional ao raio do círculo”

NEWTON POSTULOU UMA LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL, SEGUNDO A QUAL TODO CORPO NO UNIVERSO SERIA ATRAÍDO PARA TODOS OS CORPOS POR UMA FORÇA QUE SE INTENSIFICAVA QUANTO MAIOR FOSSE A MASSA DOS CORPOS E QUANTO MAIS PERTO ESTIVESSEM UNS DOS OUTROS. ESSA ERA A FORÇA QUE FAZIA OS OBJETOS CAÍREM NO CHÃO.



ALBERT EINSTEIN

- Albert Einstein (Ulm, 14 de março de 1879 — Princeton, 18 de abril de 1955) foi um físico teórico alemão que desenvolveu a teoria da relatividade geral, um dos pilares da física moderna ao lado da mecânica quântica.



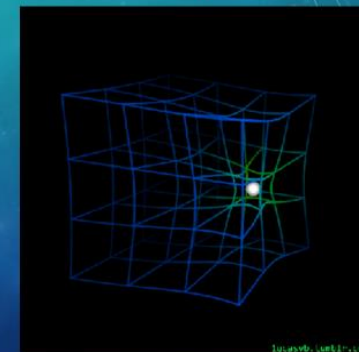
POR QUE EM QUEDA LIVRE UMA PESSOA NÃO SENTE SEU PRÓPRIO PESO?



- Essa constatação foi vital para o cientista, que estava tendo dificuldades em entender a força da gravidade. Ao perceber que em queda livre é possível eliminar a gravidade, ele também eliminou muitas das complexidades nos cálculos nos quais estava trabalhando.

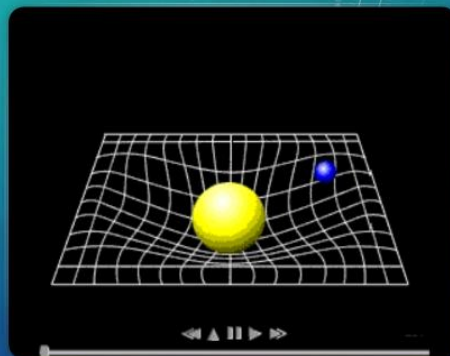
ALBERT EINSTEIN AFIRMOU QUE TEMPO E ESPAÇO SÃO RELATIVOS E ESTÃO PROFUNDAMENTE ENTRELACADOS

- O nosso entendimento do "espaço" e do "tempo" sofre grandes transformações com o advento da Física de Copérnico, Galileu e Newton. A interação entre espaço e tempo é tão intensa que não se pode falar mais de "espaço" e "tempo" como coisas separadas, o tempo pode ser visto como a quarta dimensão do espaço e o que realmente existe é o "espaço-tempo" e não o espaço e o tempo separados.

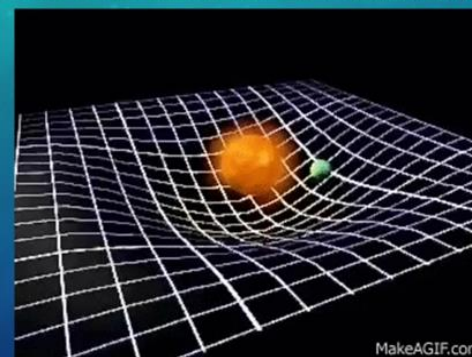


COMO A PRESENÇA DE MATÉRIA PODE INFLUENCIAR A GEOMETRIA DO ESPAÇO-TEMPO?

- Pense no espaço-tempo como uma malha de borracha – algo plano, mas flexível. Se você põe um objeto muito pesado em cima dela – digamos que seja o Sol – esse objeto vai afundar a malha, criando uma depressão onde ele próprio está mas também influenciando a região em torno dele.



UMA MASSA TEM UM CAMPO GRAVITACIONAL ASSOCIADO, UM DISTÚRBO NO ESPAÇO QUE INFLUENCIARÁ OUTRAS MASSAS COLOCADAS EM SUA VIZINHANÇA.



- Sabemos que a ciência é falha e está constantemente em construção. Com base nos modelos do cosmos que estudamos, vimos que até chegarmos à teoria atual vigente, houveram muitos cientistas que deram suas contribuições. Podemos afirmar que eles estavam errados ou que esses modelos foram irrelevantes para o estudo da gravidade? Justifique sua resposta.



- Explique o modelo de Universo, o sistema solar os movimentos do planetas e tudo o que está contido nele. Relacionando as teorias que vimos com seus conhecimentos sobre o funcionamento do cosmos.



APÊNDICE B – Questionário aplicado na pesquisa

Aluno 1:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 “Pelo motivo de o sol possuir uma massa muito maior e ela suportava “o peso” dos outros, no caso se houvesse deformação seria atraído para o sol”. Ex: “Uma bolinha de gude colocada em uma cama elástica, tendo um peso no meio consequentemente seria atraído para o centro”.	Questão 3 Pelo fato que nesse universo não havia lugar para o vazio, motivo disso ele argumentava contra o vácuo; E pelo fato dessa lei só se aplicar a terra.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F,V,V Justificativa para a F: Não, a terra está em movimento constante e tudo se move juntamente com ela.	Questão 6 Sim, pois Galileu descobriu a gravidade, que os corpos se atraem, contradizendo o que Einstein falou, que os corpos sofrem deformação.	Questão 7 Não, porque graças a Einstein, Newton, Galileu e outros nomes marcantes da física com suas experiências e conhecimento se completaram ao longo dos anos, trazendo assim “a base da física que conhecemos hoje”. Embora ela esteja em constante transformação como disse Isaac Newton: “O que sabemos é uma GOTA, o que ignoramos é um OCEANO”.	Questão 8 A física abriu caminhos magníficos, com grandes nomes de físicos que foi a base para o que conhecemos hoje. * Poderíamos falar sobre o ponto g, que é a gravidade os pesos do corpo e massa que tem relação com a lei da inércia. * O buraco negro que existe no universo que ele é tão grande tem uma força enorme que a luz é incapaz de sair de dentro. * Temos também o movimento da terra que tudo se move junto a ela. * Os planetas que se movem em círculos.
--	---	--	--	--	--	--	--

Aluno 2:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Porque ele é maior, então por ser maior ele deverá ocupar mais.	Questão 3 Porque essa lei só se aplica na terra.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Acho que sim e penso que não.	Questão 7 Não, pois foi através de Albert e outros físicos que foi possível descobrir coisas muito importante do universo.	Questão 8 Esses modelos vem sendo estudo e muitas teorias foram comprovadas e nesse universo tem-se vistos modelos elecentrico entre outros, como as concepções de como seria os planetas em relação ao sol.
--	---	--	--	------------------------------------	---	--	--

Aluno 3:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Possui uma massa maior que os outros corpos, portanto a sua deformação é maior e atrai os outros planetas.	Questão 3 Porque essa lei só se aplicava na terra, para Aristóteles a trajetória era diferente no espaço.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V Justificativa F: a terra não está em repouso	Questão 6 Galileu descobriu a gravidade, que os corpos se atraem, contradizendo o que Einstein falou, que os corpos sofrem deformação.	Questão 7 Não. As formas e teorias se complementaram ao longo dos anos.	Questão 8 Físicos formaram teorias que ajudam em estudos atuais e são base de conhecimentos. Eistern formulou seu próprio conceito do espaço-tempo, ele conceituou a teoria da relatividade geral, é a ideia de que a matéria e energia transformam o espaço-tempo. O sol estaria no centro do sistema solar, pois sua massa é muito maior que os planetas e causam deformação no espaço, atraindo-os. Sistema Solar: Modelo Heliocentrico, composto pelo sol, sete planetas e seus satélites. Movimento Planetário: Movimento em forma de elipse, e não em circulo.
--	--	---	--	---	--	---	--

Aluno 4:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Porque ele é maior e ocupa mais espaço e por ser maior que os outros planetas se tornaria difícil ele girar em torno dos outros.	Questão 3 Devido a gravidade estabelecida e a resistência do Ar.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V Justificativa F: Não pois a terra está sempre se movendo.	Questão 6 Sim, pois causa não uma atração entre os corpos, mas na verdade é uma deformação.	Questão 7 Verdade, pois através dos estudos de Albertin Einstein e dos outros físicos, foi possível descobrir coisas muito importantes sobre o universo.	Questão 8 Heráclides- Afirmava que tudo que estava na terra se movia juntamente com ela. Aristarco- Observou que o sol era bem maior que a terra ocupando o centro. Galileu- Associava a gravidade com uma maior ou menor proximidade da terra. Newton- descobriu a gravidade. Albertin Einsten- Descobriu a teoria da Relatividade.
--	--	--	--	---	---	--	--

Aluno 5:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Ele deve ocupar o centro pelo fato dele conseguir iluminar os lugares; assim ficando no centro por ser maior que a terra.	Questão 3 Os quatro elementos junto se tornam neutros, assim fazendo com que flutuem e pelo fato dele acreditar que a terra não se movia e sim os astros ele tenha chegado a essa conclusão kkkkk	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 F, F, V, F	Questão 6 Sim ele descobriu a gravidade, por um acidente uma maçã caiu na cabeça dele, então ele ficou se perguntando como teria acontecido aquilo e começou a estudar sobre.	Questão 7 De certa forma eles estavam certos, cada um em seu determinado tempo apesar de que logo mais a frente novos cientistas vieram a mostrar pesquisas novas e de uma melhor solução para as dúvidas daquele tempo, assim contribuindo para	Questão 8 O modelo do universo atual é bem diferente do modelo passado, hoje conseguimos ter uma claresa em relação a função da terra que antigamente eles falavam que a terra não girava e sim os planetas ao seu redor, além de outras teorias que hoje são bem esclarecida.
--	---	---	--	------------------------------------	---	--	--

						pesquisa de cada um a teoria de todos.	
--	--	--	--	--	--	--	--

Aluno 6:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Porque ele tem a massa maior que a terra.	Questão 3 Porque não tem gravidade no espaço em tão não tem como cair.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, F	Questão 6 Sim ele formou uma teoria que batia com a realidade.	Questão 7 Sim estavam errados porque o sol e o centro da galáxia e não a terra.	Questão 8 O movimento do sistema solar, planetas e outros astro é causado por outros astros que tem massa maior. E ai causa uma deformação no espaço tempo e os corpos que estão próximo acabam se movimentando.
---	--	---	---	-------------------------	---	--	---

Aluno 7:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Ele é mais que a terra e vai atrair os outros planetas e aquecer para ter mais vida.	Questão 3 Porque seus movimentos foram mesos de acordo com seus pesos. Os mais leves move o contrário dos pesado.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V. Justificativa F: Porque a terra não está em repouso	Questão 6 Sim, pois a partir dessa história toda ele descobriu, mas sabemos que não é isso que acontece.	Questão 7 Não, pois suas descobertas foram muito importante para o estudo de hoje.	Questão 8 Muito Bom! - Aonde vimos o sol que está sobre um "malha" que deforma e os planetas atraídos pelo sol giram em torno dele. - Newton fez uma descoberta da ação gravitacional.
---	---	--	---	---	---	---	---

Aluno 8:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Porque sua massa é maior.	Questão 3 2 pesados, 2 leves, ou seja nem desce nem sobe, giram.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Provavelmente sim	Questão 7 Nem todos, mais alguns estavam errados sim.	Questão 8 Os planetas se movem no sentido horário e sabendo que o sol é o maior, e as os outros planetas giram em torno dele.
--	---	--	--	--------------------------------	---------------------------------------	---	---

Aluno 9:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Por possuir uma massa maior que os outros astros, ele fica no centro e atrai os demais astros.	Questão 3 Essa lei só é aplicada na terra. Para Aristóteles os corpos eram circular no espaço.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Newton formulou a partir desse momento uma teoria que buscava explicar a força de atração. E Galileu descobriu a gravidade, que os corpos se atraem, contradizendo o que Eisten disse, que os corpos sofrem deformação.	Questão 7 Não, pois as formas e teorias criadas, a maioria se complementa e até os dias de hoje tem sua contribuição para o aprendizado.	Questão 8 Heliocentrismo: O sol como centro do sistema solar. Sistema solar: Composto pelo sol, sete planetas e seus satélites. Movimento planetário: Movimento em forma de elipse e não em movimento circular. Eisten: Conceituou a teoria da relatividade gral, onde o sol estava no centro do sistema, pois sua massa é muito maior que a dos outros astros.
--	--	--	--	--------------------------------	---	--	--

Aluno 10:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Porque sua massa é muito maior	Questão 3 Porque essa lei só se aplica na terra.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Sim, pois ele conseguiu uma boa explicação para a gravidade.	Questão 7 Não, acho que eles tiveram importância, foram relevantes.	Questão 8 Muito bom!!! O Sol é o centro de tudo. A massa maior pende para baixo e a menor em linha reta.
--	--	--	--	--------------------------------	--	---	--

Aluno 11:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Porque ele possui maior massa, por isso ele faz uma transformação no espaço, conseguindo assim "atrair" os outros corpos.	Questão 3 Por causa do vácuo e da gravidade.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Sim, porém suas teorias não batem com as teorias de Ainsten.	Questão 7 Não, pois todos os estudos contribuíram de alguma forma para as teorias atuais.	Questão 8 Todas as teorias ajudaram de alguma forma para as teorias que nós conhecemos atualmente. Um exemplo a do Sol que forma uma "malha" e os planetas são atraídos por ela.
--	---	--	--	--------------------------------	--	---	---

Aluno 12:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Pois ele é maior que a terra, no qual ele vai atrair os outros planetas, por ser maior.	Questão 3 Pois seus movimentos foram inversos de acordo com seus pesos, no qual como eles são mais leves estão no movimento contrário.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V Pois a terra não está em repouso.	Questão 6 Sim, pois ele conseguiu uma boa explicação para a gravidade.	Questão 7 Não, pois de uma forma ou de outra todas as suas descobertas tiveram importância, ou seja, não foram irrelevantes.	Questão 8 Muito bom!!! Onde se teve o conhecimento de um cientista que falou que o sol deveria está no centro da terra, pois ele era o maior.
--	---	--	--	---	--	--	--

Aluno 13:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Porque ele é maior que os planetas e para iluminar a terra.	Questão 3 Pois os 4 elementos juntos não ficaria pesados nem leves, ficando neutro e fazendo o planeta circular. Um complementa o outro.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 F, F, V, F	Questão 6 A maçã caindo na cabeça dele, ele começou a imaginar como ela caiu e começou a estudar sobre isso. Sim	Questão 7 Não são irrelevantes, pois cada um cientista contribuiu para que o outro também descobrisse mais ainda para ajudar nessas teorias.	Questão 8 O universo é infinito, teorias foram criadas, instrumentos de estudos foram criados para descobrir que os planetas giram, o sol gira, e assim mudando e tirando as dúvidas das pessoas e mostrando que é possível descobrir coisas sobre esse imenso universo. Com ajuda de alguns cientistas.
--	---	--	--	--------------------------------	--	--	--

Aluno 14:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Porque ele tem uma maior força gravitacional.	Questão 3 Porque não tem gravidade no espaço aí não teria como cair.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, F	Questão 6 Sim	Questão 7 Sim. Pois estavam errados porque o sol é o centro da galáxia e os astros giram em torno do sol.	Questão 8 O movimento do sistema Solar, planetas e outros astros é causado por certos astro que tem massa maior. E aí causa uma deformação no espaço tempo e os corpos que estão próximos acabam se movimentando.
--	---	--	--	--------------------------------	-------------------------	---	---

Aluno 15:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 Para que possa equilibrar o universo, pois a massa do sol é muito maior que todas as outras.	Questão 3 Porque essa lei só se aplicava na terra- Para Aristóteles a trajetória dos corpos era circular no espaço.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V Está em constante movimento.	Questão 6 Ele formulou uma teoria que por muito tempo ficou conhecida como teoria da gravidade, mas atualmente foi revelada por Albert Einstein reformulando tal teoria, afirmando que o fenômeno gravitacional não era uma força entre os corpos uma consequência da deformação do espaço por meio da massa de um corpo.	Questão 7 Sim. Pois estavam errados porque o sol e o centro galaxia e os astros giram entorno do Sol.	Questão 8 O movimento do sistema solar, planetas e outros astros é causado por astros que tem massa maior. E causa uma deformidade no espaço tempo e os corpos que estão próximos acabam se movimentando.
--	--	---	--	--	---	---	---

Aluno 16:

Questão 1 c) Por que tudo o que está sobre a Terra se move juntamente com ela.	Questão 2 O sol possui uma massa muito maior que a de outros astros ao redor, consequentemente sua deformação do espaço é maior e acaba por causar uma atração/orbitação dos outros corpos.	Questão 3 Porque essa lei só se aplicava na terra, mundo sublunar. Para Aristóteles a trajetória dos corpos era circular no universo.	Questão 4 a) Com uma maior ou menor proximidade com o centro da Terra.	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 A partir desse momento Newton formulou uma teoria que buscava explicar a força de atração entre os corpos, chamada gravidade. Atualmente, tal teoria foi rebatida por Albert Einstein quando o mesmo afirmou que o fenômeno gravitacional não é a força de atração entre corpos, mas sim a consequência da	Questão 7 Ninguém nunca estará 100% certo e nenhuma teoria é tão absoluta que não possa ser questionada. Pesquisas, experiências e estudos podem não ter o conhecimento completo, porém jamais serão irrelevantes, pois em conjunto se	Questão 8 * Heliocentrismo: O sol ocupa o centro do sistema solar e os outros astros orbitam ao seu redor, devido a sua gigantesca massa e deformação do espaço. * Sistema Solar: modelo heliocêntrico. Composto pelo sol, 7 planetas e seus satélites, além de outros astros secundários. * Movimento planetário:
--	---	---	--	--------------------------------	--	--	--

					deformação do espaço por meio de da massa de um objeto.	complementam e assim transmitem maiores verdades.	de acordo com Kepler, os movimentos dos planetas não são circulares, mas se apresentam em forma de elipse.
--	--	--	--	--	---	---	--

Aluno 17:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque é maior que os outros, daí os outros giram em torno dele.	Questão 3 2 pesados, 2 leves ou seja nem desce, nem sobe, giram.	Questão 4 a)	Questão 5 V. F. V. V	Questão 6 Possivelmente sim.	Questão 7 Nem todos, mas alguns estavam errados sim.	Questão 8 O movimento solar é muito estudado e a cada anos passados novas conclusões são formadas.
------------------------	--	--	------------------------	--------------------------------	--	--	--

Aluno 18:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque ocupa uma massa maior, por isso ele faz uma maior transformação na terra.	Questão 3 Por conta do vácuo e da gravidade.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Sim, porém suas teorias não batem com as teorias de Einstein.	Questão 7 Não, pois todos os estudos contribuíram de alguma forma para as teorias atuais.	Questão 8 A terra no centro e os planetas a sua volta.
------------------------	--	--	------------------------	--------------------------------	---	---	--

Aluno 19:

Questão 1 c)	Questão 2 O Sol é maior do que os planetas, por isso motivo dele está no centro pois iria forma uma deformação maior.	Questão 3 A gravidade pode ser um fator que influencia nessa questão e a resistência do ar são os fatores.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Sim, pois ele acreditava que era uma forma de atração mais na verdade era uma deformação.	Questão 7 Estavam errados, pois depois dos estudos de Albert Einstein percebemos que as antigas pesquisas eram relevantes, porém não estavam certas.	Questão 8 Heraclides afirmou que a terra tinha movimento e que assim não sentimos o movimento. Aristarco observou que o sol era para ser no centro do universo. Aristoteles defendia que a terra não se movia. Galileu Galilei ele colocou que a gravidade teria a maior e menor proximidade da terra. Einstein ele fez a teoria da relatividade
------------------------	---	--	------------------------	--------------------------------	---	--	--

Aluno 20:

Questão 1 c)	Questão 2 Pelo simples fato de ser maior que a terra.	Questão 3 Os quatro elementos juntos se tornam neutros pois se eles estiverem juntos irão girar entre si e flutuar.	Questão 4 a)	Questão 5 F, F, V, V	Questão 6 Sim, pois as coisas se moviam sozinhas a causa seria a força, a massa e a aceleração.	Questão 7 Não, pois essas teorias vem sendo estudadas desde muito tempo com muitas soluções.	Questão 8 Esses modelos vem sendo estudados e muitas teorias foram comprovadas e nesse universo tem-se visto modelos eliocentrico entre outros como as concepções de como seria os planetas em relação ao sol.
------------------------	---	---	------------------------	--------------------------------	---	--	--

Aluno 21:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque ele é o maior, e vai atrair os outros planetas.	Questão 3 Porque ele analisou que os planetas giravam em torno da terra onde atrai eles e como a terra gira em torno do sol fazendo o movimento de rotação os planetas iriam girar em torno da terra em movimento também de rotação e esse movimento acontece por causa da gravidade.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Sim, a partir dessa história ele descobriu, mas sabemos que não é isso que acontece.	Questão 7 Não, pois através da descobertas deles conseguimos todo o estudo de hoje.	Questão 8 Apreendi muito! -- A teoria onde o sol está sobre uma "malha" que deforma e os planetas atraídos pelo sol giram em torno dele. -- A teoria de Newton onde ele descobriu a ação gravitacional.
------------------------	--	---	------------------------	--------------------------------	--	---	---

Aluno 22:

Questão 1 c)	Questão 2 Como o sol tem uma massa maior que todos os corpos, ele causava uma deformação no espaço, fazendo com que se atraíam outros planetas.	Questão 3 Porque essa lei só se aplicava na terra. Para Aristóteles a trajetória dos corpos era circular no espaço.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V. Está em constante movimento.	Questão 6 Ele formulou uma teoria que por muito tempo fica conhecida como teoria da gravidade, mas atualmente foi rebatido por Albert Einstein reformulando tal teoria, afirmando que o fenômeno gravitacional não era uma força de tração entre os corpos uma consequência da deformação do espaço por meio da massa de um corpo.	Questão 7 Todos foram importantes pois cada teoria, mesmo que incorreta, levaram os cientistas a se aprofundar nos conhecimentos acerca da gravidade.	Questão 8 Nosso sistema solar é composto por oito planetas e dois astros: o sol e a lua, sendo o sol o maior deles, e devido à isso o centro do nosso sistema. A terra possui 2 tipos de movimentos: Rotação e translação, ambos influenciam diversos fenômenos climáticos da terra.
------------------------	---	---	------------------------	---	--	---	--

Aluno 23:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque o sol é maior, por isso que os outros planetas giram em torno dele.	Questão 3 Tudo que está na terra caem, mas se saírem da terra flutua.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V A terra não está em repouso.	Questão 6 Talvez.	Questão 7 Muitos deles estavam errados e outros certos. Por isso nossa ciência é inovadora.	Questão 8 O modelo de Universo: O universo vem sendo bastante estudado e muitas teorias foram formadas e comprovada. Tende-se vistos módulos elecentricos entre outros. Como as concepções de como seria os planetas em relação ao sol e suas comparações.
------------------------	--	---	------------------------	--	-----------------------------	---	--

Aluno 24:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque o sol é maior, dessa forma não havia como o mesmo girar em torno dos outros planetas e ele causa deformação maior por ter uma maior massa, sendo nove vezes maior que a terra.	Questão 3 Pois a gravidade pode ser um fator, como também a resistência do ar.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V A terra não está em repouso.	Questão 6 Sim, pois para ele era uma forma de atração entre eles, mas na verdade é uma deformação.	Questão 7 Estavam errados, mas suas teorias não foram irrelevantes. A partir desses estudos e de Einstein que os conceitos foram se aprimorando, para chegar aos conhecimentos que temos hoje.	Questão 8 Heráclides afirmou sobre o movimento da terra e que não sentimos seu movimento, pois tudo que está sobre a terra se move com ela. Aristarco observou que o Sol deveria ser o centro do universo, pois era 9 vezes maior que a terra. Aristóteles defendia a imobilidade da terra. Galileu associou a gravidade com a maior ou menor proximidade do centro da terra. Newton explicou sobre a gravitação. Einstein explicou sobre a teoria da relatividade.
------------------------	---	--	------------------------	--	--	--	--

Aluno 25:

Questão 1 c)	Questão 2 Como o Sol, o maior astro, tem uma massa maior que os outros corpos, ele causava uma deformação no espaço, fazendo com que se atraíam outros planetas.	Questão 3 Pois a massa deles era menor que a da terra e ela o atraía.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V. Está em constante movimento.	Questão 6 Sim, pois através de sua explicação matemática, ele descobriu a Força. Como a gravidade é um tipo de força, então consequentemente ele descobriu a gravidade.	Questão 7 Todos foram importantes, pois cada teoria, mesmo que incorreta, levaram os cientistas a se aprofundar nos conhecimentos acerca da gravidade.	Questão 8 Nosso sistema solar é composto por 8 planetas e 2 astros, o sol e a lua, sendo o sol o maior e devido a isso, o centro do nosso sistema. A terra possui 2 tipos de movimentos rotação e translação, ambos influenciam diversos fenômenos climáticos da terra.
------------------------	--	---	------------------------	---	---	--	---

Aluno 26:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque o Sol, por sua vez, apresenta uma massa maior e sua grande deformação faz com que os outros astros sejam atraídos por ele, sendo assim, o centro do universo. -- Se o sol é bem maior que a terra, obviamente deveria ocupar o centro.	Questão 3 Pois a massa deles era menor que a da terra e ela atraía.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V A terra está em constante movimento.	Questão 6 Sim, pois através de sua explicação matemática ele descobriu a força. E como a gravidade é um tipo de força, então, consequentemente a sua causa. Pensou que a gravidade existia não apenas na terra, mas também no espaço.	Questão 7 Todos foram importantes, pois cada teoria, apesar dos erros, levaram os cientistas a se aprofundar nos conhecimentos acerca da gravidade.	Questão 8 Nosso sistema solar é composto por 8 planetas e dois astros, o sol e a lua, sendo o sol o maior e devido a isso, o centro do nosso sistema. A terra possui dois tipos de movimentos rotação e translação, ambos influenciam diversos fenômenos climáticos da terra.
------------------------	--	---	------------------------	--	---	---	---

Aluno 27:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque o sol estando no centro, poderá pegar em quase todos os planetas e porque ele possui uma massa maior fazendo com que ele atraia os outros astros.	Questão 3 Porque como a terra gira em torno do sol fazendo o movimento de rotações, os planetas iriam acompanhar o movimento, tendo a ajuda da gravidade.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V. Porque a terra está sempre em movimento.	Questão 6 Dizem que foi ele que descobriu, porém ele não está de acordo com o que foi explicado pelo outro cientista.	Questão 7 Não, pois todos os estudos contribuíram de alguma forma para as teorias atuais.	Questão 8 A teoria onde o sol está sobre uma "malha" que deforma os planetas atraídos. Muito bom as teorias, pois um está ligado um ao outro, fazendo sempre uma ligação entre as teorias.
------------------------	--	---	------------------------	---	---	---	--

Aluno 28:

Questão 1 c)	Questão 2 Pelo fato da massa do sol ser maior e isso faz com que ele possa atrair os outros astros para perto de si.	Questão 3 Para Aristóteles nesse universo não havia lugar para o vazio, assim ele argumentava contra a presença do vácuo.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V. A terra sempre está em movimento constante e tudo se move junto dela.	Questão 6 Sim, pois Galileu descobriu a gravidade, que os corpos se atraem, contradizendo o que Einstein falou, que os corpos sofrem deformação.	Questão 7 Não, porque graças a Einstein, Galileu e outros nomes marcantes da física, com suas experiências e conhecimentos se completaram ao longo dos anos, trazendo assim "a base da física que conhecemos hoje"	Questão 8 -----
------------------------	--	---	------------------------	--	--	--	---------------------------

Aluno 29:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque o Sol é maior.	Questão 3 Pois a gravidade pode ser um fator como também resistência do ar.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Provavelmente sim	Questão 7 Nem todos, mas alguns estavam errados sim.	Questão 8 O sistema solar é muito estudado.
------------------------	---	---	------------------------	--------------------------------	---------------------------------------	--	---

Aluno 30:

Questão 1 c)	Questão 2 O sol possui uma massa muito maior que a terra e portanto sua deformação é maior e atrai os outros planetas.	Questão 3 Porque essa lei só aplicava na terra e no espaço a trajetória dos corpos é diferente.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V. A terra não está em repouso.	Questão 6 Ele acreditava que os corpos se atraíam, contrapondo o que Einstein disse, que os corpos sofriam deformação no espaço.	Questão 7 Não. Os modelos e as teorias complementaram-se ao longo dos anos.	Questão 8 Einstein desenvolveu teorias que são base para os conhecimentos de hoje, ele conceituou a teoria da relatividade geral, onde o sol estaria no centro do sistema, pois sua massa é muito maior que os planetas e causa uma deformação no espaço, atraindo-os. Sistema Solar: Modelo Heliocêntrico, composto pelo Sol, sete planetas e seus satélites. Movimento Planetário: Movimento em forma de elipse, e não em formato circular.
------------------------	--	---	------------------------	---	--	---	---

Aluno 31:

Questão 1 c)	Questão 2 Por possuir uma massa maior que os outros astros, ele atrai o centro e atrai os demais.	Questão 3 Essa lei só se aplica na terra. Para Aristóteles, os corpos eram circular no espaço.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 A partir desse movimento ele criou uma teoria que buscava explicar a força de atração. E Galileu descobriu a gravidade, que os corpos se atraem,	Questão 7 Não, pois as formas e teorias criadas, a maioria complementa e até os dias de hoje tem sua contribuição para o aprendizado.	Questão 8 Heliocentrismo: O sol no centro do sistema solar. O sistema Solar: Modelo Heliocêntrico, composto pelo sol, 7 planetas e seus satélites. Movimento Planetário: Movimento em forma de
------------------------	---	--	------------------------	--------------------------------	--	---	--

					contradizendo o que Einstein disse, que os corpos sofrem deformação.		elipse, e não um formato circular.
--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------

Aluno 32:

Questão 1 c)	Questão 2 Após a observação pode-se concluir que o sol possui um tamanho maior que os demais astros e por isso causa uma deformação maior. Além disso, seria difícil o sol como o seu tamanho realizar rotação que os planetas fazem a sua volta, ou seja, um papel inverso.	Questão 3 A gravidade pode ser um fator que influencia nessa ação assim como a resistência do ar.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V	Questão 6 Sim, pois causa uma atração entre os corpos, mas na verdade é uma deformação.	Questão 7 Não, pois foi através de Albert Einstein e dos outros físicos que foi possível descobrir coisas muito importantes sobre o universo. Onde ele percebeu que se há algo com grande massa causará uma grande deformação no centro fazendo com que outros seres que estejam próximos sejam atraídos.	Questão 8 * Segundo Heráclides tudo que estava sobre a terra se move com ela; * Para Aristóteles a terra estava fixa no centro do Universo. * Já Galileu não conseguiu explicar como a terra podia girar em torno do sol sem perder sua lua. * Newton- Ele descobriu uma explicação matemática sobre a gravidade. * Albert Einstein formulou a teoria da relatividade.
------------------------	--	---	------------------------	--------------------------------	---	---	--

Aluno 33:

Questão 1 c)	Questão 2 Porque ele tem a massa maior e por isso ele atrai os outros astros.	Questão 3 Porque neste universo não existe lugar para o vazio, por este motivo ele argumentava contra a presença do vácuo.	Questão 4 a)	Questão 5 V, F, V, V. A terra está sempre em movimento constante e tudo se move junto dela.	Questão 6 Sim, pois Galileu descobriu a gravidade, que os corpos se atraem, contradizendo o que Einstein fala, que os corpos sofrem deformação.	Questão 7 Não, porque graças a Einstein, Galileu e outros físicos, com suas experiências e conhecimentos se completaram ao longo dos anos, trazendo assim "a base da física que conhecemos hoje".	Questão 8 -----
------------------------	---	--	------------------------	--	---	---	---------------------------