

Gravitação Universal: Uma Revisão Teórica E Atividades Para O Ensino Médio

Universal Gravitation: A Theoretical Review And Activities For High School

¹Joel Zito Medeiros Leal Junior, ²Emerson Pereira Braz, ³Moacy José Stoffes Junior;
^{1,2,3}Instituto de Física do Paraná – Telêmaco Borba, PR, Brasil

Resumo: Neste trabalho é realizado uma revisão teórica do estudo da Gravitação Universal, partindo dos filósofos gregos passando por Nicolau Copérnico, Galileu Galilei, Tycho Brahe, Johannes Kepler até a formulação da Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton, descrevendo como cada um contribuiu para o desenvolvimento da astronomia, em seguida será apresentado uma ideia básica dos Fundamentos Pedagógicos de Jean Piaget, Lev Vygotsky e Jerome Bruner que darão suporte para a um conjunto de atividades que podem ser ministradas a alunos do ensino médio de forma que estimule o interesse dos mesmos ao estudo deste conceito que é a base da astronomia a Gravitação Universal.

Palavras-chave: Gravitação Universal; Astronomia; Ensino Médio; Atividades

Abstract: In this paper a theoretical review of the study of Universal Gravitation is carried out, starting from the Greek philosophers passing through Nicolau Copernicus, Galileo Galilei, Tycho Brahe, Johannes Kepler until the formulation of Isaac Newton's Universal Gravitation Law, describing how each contributed to the development of astronomy, then a basic idea of the Pedagogical Foundations of Jean Piaget, Lev Vygotsky and Jerome Bruner will be presented, which will support a set of activities that can be taught to high school students in a way that stimulates their interest in studying of this concept that is the basis of astronomy the Universal Gravitation.

Keywords: Universal Gravitation; Astronomy; High-school; Activities

Introdução

A O universo e suas incógnitas intrigam os seres humanos desde os tempos mais remotos da humanidade, muitas foram as mentes que contribuíram para o que sabemos hoje sobre o mesmo. Até o mais básico da cosmologia, astrofísica e todas as vertentes que estudam o comportamento do universo pode ser abordado dentro do ensino médio de forma que instigue a curiosidade dessa geração e a Lei da gravitação universal pode ser o gatilho.

O presente trabalho tem por objetivo começar por um breve resgate histórico desde o surgimento das primeiras ideias e conceitos que se tinha sobre o universo até o processo de formulação da Lei da Gravitação Universal, e por fim sugerir uma sequência de atividades que levem o estudante a descoberta dos conceitos trabalhados no ensino de gravitação universal.

Segundo Rocha (2015) o ensino de física muitas vezes aparentam ser algo que só gênios conseguem compreender, para que Newton formulasse a teoria da Gravitação Universal ele se inspirou nos trabalhos de Kepler, Descartes, Galileu e entre outros nomes da ciência, ou seja, sua teoria não surgiu por acaso, sendo assim quando trabalhamos com a história das ciências o processo de entender um conceito e a importância dele no contexto da descoberta se torna mais fácil.

Para as atividades como base metodológica serão aplicados os elementos de aprendizagem das teorias Comportamentalista-cognitivistas de Jerome Bruner, Jean Piaget e Lev Vygotsky. O Cognitismo do suíço Jean Piaget feito com base em estudos com crianças ele propôs que o processo de

ensino-aprendizagem é construído em etapas ou níveis que variam de acordo com a faixa etária, já na teoria Sócio-construtivista de Lev Vygotsky a aprendizagem humana varia de acordo com o ambiente e a interação social do indivíduo e a Aprendizagem por Descoberta do estadunidense Jerome Bruner que possui características construtivistas e cognitivistas.

Segundo Silva (2017) As teorias de aprendizagem que surgiram ao longo dos anos são uma saída para entendermos alguns aspectos em torno do ensino e é por meio de novas teorias que nos é dada uma oportunidade para mudarmos esses panoramas.

Primórdios da astronomia

Todo conhecimento que possuímos hoje a respeito do universo tiveram seu início com os filósofos gregos e atualmente sabemos que o sol é o centro do nosso sistema planetário, porém o modelo astronômico adotado na antiguidade era o Geocentrismo, ideia defendida pelo famoso filósofo grego Aristóteles em 384 a.C e posteriormente pelo astrônomo Claudio Ptolomeu no ano 100 d.C., neste modelo a terra era o centro do universo e todos os astros giravam em torno dela em uma órbita circular, este modelo foi tido como absoluto por anos até o século XVI onde o astrônomo e matemático polonês Nicolau Copérnico em 1537 propôs que o sol seria o centro do universo e os planetas descobertos até então giravam em torno dele, este sistema ficou conhecido como modelo heliocêntrico.

De acordo com Silva (2021) Quase um século depois o modelo heliocêntrico pode ser melhor observado pelo astrônomo, matemático e físico Galileu Galilei em 1610 onde ele veio a evidenciar melhor e provar o

modelo de Copérnico através de seu projeto de telescópio, de todas as luas que se conhece em Júpiter hoje as duas primeiras foram descobertas por Galileu desta forma ele percebeu que houvessem outros corpos celestes girando em torno de outros planetas, então a terra não seria o centro do universo.

Além destas contribuições heliocêntricas que custaram a Galileu uma condenação à prisão domiciliar devido a serem divergentes do que a igreja pensava na época, ele também contribuiu no campo da mecânica com o Princípio da Inércia, Movimento Retilíneo Uniforme e a Queda dos Corpos, sendo que a Inercia de Galileu seria circular diferente da Retilínea que futuramente seria a Inercia Newtoniana.

Tycho Brahe

De acordo com Medeiros (2001) Tycho Brahe nasceu no castelo de Knudstrup na Dinamarca em 1546, na Universidade de Copenhague se interessou pelo lado místico da Astrologia e suas previsões do futuro, porém ao se deparar com algumas falhas nas observações de Ptolomeu descritas no livro *Almagesto* concluindo que sem precisão nas observações não seria possível fazer bons horóscopos, então ele mesmo iniciou suas próprias observações as quais foram muito mais precisas que as anteriores. Ironicamente a astrologia inseriu Tycho Brahe na astronomia a qual é a ciência que refuta as crenças astrológicas, quando ainda se utilizava de instrumentos considerados rudimentares hoje, analisou as observações de Ptolomeu. Tycho Brahe foi quem inseriu na astronomia a importância de medições, instrumentos e técnicas mais precisas levando suas observações a criar um clima mais

propício para a aceitação do modelo heliocêntrico

Em 1572 teve grande destaque ao determinar a posição exata da conhecida na época como Estrela Nova na constelação de Cassiopéia, essa descoberta contradisse o próprio Aristóteles que acreditava que só seria possível haver mudanças no mundo sublunar abaixo da lua, acima da lua no mundo supralunar tudo era imutável e perfeito. Em 1576 Tycho Brahe construiu o maior observatório do mundo na época na ilha de Hven, e em 1599 após aceitar o convite do Imperador Rodolfo II para ser o Matemático Imperial Johannes Kepler torna-se seu ajudante e recebe a tarefa de ajustar os cálculos da órbita de marte, após a sua morte suas observações serviram de base para que Kepler formulasse suas ideias.

Johannes Kepler

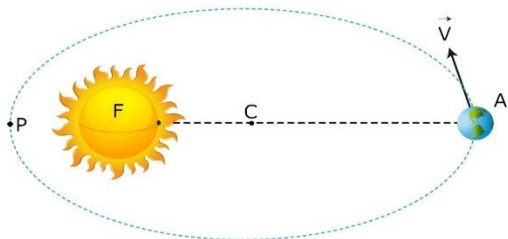
Nascido em 1571 no sul da Alemanha, cresceu em uma família conturbada tendo uma vida sofrida e acometido por varíola quando recém-nascido Kepler não teve uma boa visão durante sua vida e isso o impediu de se tornar um astrônomo observacional como Tycho Brahe.

Segundo Medeiros (2002) em 1589 Kepler entrou para a universidade protestante de Tuebingen e em 1591 teve seu grau de mestre, no seu livro *Mysterium Cosmographicum* fez defesa clara ao modelo de Copérnico divergindo das ideias de quem iniciou a reforma protestante o próprio Martinho Lutero qual era geocentrista. Em 1600 para fugir de perseguição religiosa em Graz na Áustria onde Kepler ensinava matemática ele aceitou ser ajudante de Tycho Brahe na cidade de Praga, ambos tiveram muitas divergências e atritos pessoais, porém em menos de

um ano Tycho morreu e Kepler ficou com os registros de suas observações e vindo a ser o novo matemático imperial e em 1609 ele publica o livro *Astronomia Nova* onde ele demonstra as duas primeiras leis sobre movimento planetário.

De acordo com Hewitt (2015) a primeira Lei de Kepler nos diz que: “A trajetória de cada planeta em torno do sol é uma elipse tendo o Sol em um dos focos”, ou seja, a órbita em que os planetas giram em torno do Sol não é circular como se acreditou até então e sim tem a forma elíptica, como mostra a figura abaixo:

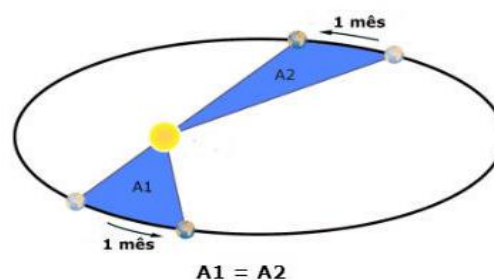
Fig. 1: Primeira Lei de Kepler.



Fonte:
<https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-de-kepler/> Acesso em: 20/05/2021.

A Segunda Lei de Kepler também conhecida como Lei das Áreas, segundo Hewitt (2015): “A linha que vai do sol até qualquer planeta varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais”, em outras palavras tendo a terra como exemplo, durante sua trajetória em torno do sol ao se afastar dele sua velocidade fica mais lenta e aumenta na medida que se aproxima.

Fig. 2: Segunda Lei de Kepler.



Fonte:
<https://www.todamateria.com.br/leis-de-kepler/> Acesso em 20/05/2021.

Curiosamente, a primeira lei a ser descoberta por Kepler foi a lei das áreas em 1602 e a que conhecemos hoje como a primeira lei foi descoberta só em 1605. Porém por motivos pedagógicos, a lei das órbitas é tida como a primeira e a das áreas como a segunda, para facilitar uma compreensão mais lógica.

De acordo com Hewitt (2015) a partir dos registros e observações obtidos por Tycho Brahe, Kepler descobriu basicamente que o quadrado do período (T) é proporcional ao cubo de sua distância média em relação ao sol (raio – “R”), ou seja, para todos os planetas a fração abaixo é a mesma:

$$\frac{T^2}{R^3}$$

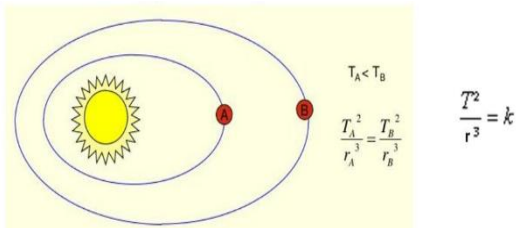
Onde:

T: período de translação

R: raio médio da órbita planetária

Assim a terceira lei fica: “Os quadrados dos tempos de revolução (períodos) dos planetas são proporcionais aos cubos de suas distâncias médias até o sol. (T² - R³ para todos os planetas.).

Fig. 3: Terceira Lei de Kepler.



Fonte:

<https://www.slideshare.net/FsicaScheffer/gravitao-29447284> Acesso em: 20/05/2021.

Isaac Newton

Nascido na noite de Natal de 25 de dezembro de 1642 em Woolsthorpe na Inglaterra, órfão de pai e prematuro ele foi criado pelos avós herdando uma propriedade de seu pai, educado para cuidar dos negócios da família Newton não demonstrava interesse nem talento para o trabalho na fazenda, pelo contrário, gostava de construir brinquedos de madeira e observar relógios solares. Em 1661, aos 18 anos, ingressou em Cambridge, como afirma Forato (2015).

Além do currículo oficial da escola, Newton adquiria outros livros. Leu obras sobre a filosofia mecânica, leu também história, fonética e sobre as propostas para uma língua filosófica universal. Interessou-se pela cronologia e profecias bíblicas, e esse interesse perdurou por toda sua vida. Ele leu o Diálogo de Galileu, leu minuciosamente as obras de Descartes e fez várias anotações criticando a óptica. Estudou as leis do movimento planetário de Kepler, e muitos, muitos outros livros.

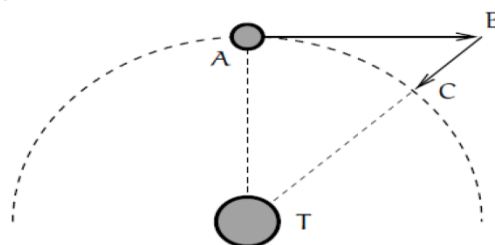
Em 1665 com o mundo assolado pela peste bubônica, várias cidades da Inglaterra foram evacuadas, e no período compreendido entre 1665 e 1666, Newton ficou em isolamento vindo a realizar grandes descobertas nas áreas da matemática, óptica e mecânica. Também neste período

utilizando a 3ª lei de Kepler ele concluiu que o esforço que um planeta faz em sua órbita para se afastar do Sol é proporcional ao inverso do quadrado da distância entre o planeta e o Sol. O próprio Newton afirmou que outros filósofos antigos já mencionavam essa relação em manuscritos, porém foi ele que conciliou todas as informações dando origem a Lei da Gravitação Universal.

Lei Da Gravitação Universal

Segundo Rocha (2015), em 1666 através de muitos cálculos Newton concluiu que a lua “caia” em direção a terra, ou seja, esse tipo de movimento de rotação da lua em torno da terra seria um tipo de queda como a queda de um objeto na terra, como podemos verificar na figura 4.

Fig. 4: Lua “caindo” do ponto A para o ponto C em torno da Terra.



Fonte: ROCHA, J. M. A descoberta da Teoria da Gravitação Universal: Uma análise desde Aristóteles aos Principia. UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

Observando a lua no ponto (A) se nada puxasse ou empuxasse ela em direção a terra no ponto (T), ela seguiria em linha reta em direção ao ponto (B), porém ela é desviada dessa trajetória tangencial movendo-se de (A) para (C) em uma linha curva no movimento que pode ser considerado como a combinação de um movimento tangencial AB e de um movimento BC que representa o efeito da força que

empurra ou que puxa a Lua em direção a Terra.

Quando publicou “Principia livro III - O sistema do mundo”, Newton reforça o sistema heliocêntrico e destaca que a gravidade aumenta ou diminui de acordo com a distância entre os corpos e que existe uma relação de proporcionalidade entre a força gravitacional e a quantidade de matéria de um corpo.

Pelos escritos de Newton podemos afirmar que a força gravitacional é diretamente proporcional ao produto da massa dos dois corpos envolvidos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles, porém Newton pessoalmente não formulou a equação final apresentada nos livros de ensino médio:

$$F = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Onde:

F: módulo da força gravitacional;

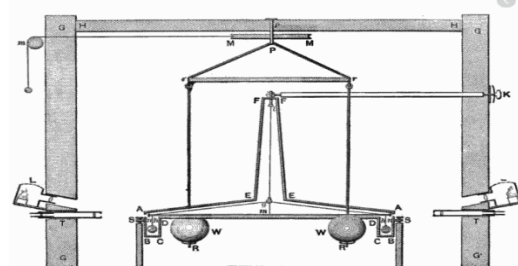
G: constante gravitacional = $6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$;

M e **m**: massas dos corpos;

r: distância entre as massas ao quadrado.

Segundo Fiolhais (2011) até mesmo a própria constante gravitacional (G) só pode ser medida em 1783 pelo Sir Henry Cavendish, neste período o Reverendo Jhon Michell discutia com Cavendish por correspondências sobre a possibilidade de construir um aparelho para “pesar a terra” baseado nas experiências do Frances Charles Coulomb, ele sugeriu uma balança de torção que medisse a força de atração entre duas esferas e chegou até mesmo a projetá-la (Fiolhais, 2011).

Fig. 5: Balança de Torção



Fonte:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_de_Cavendish Acesso em 20/05/2021.

Porém em 1793 antes de realizar a experiência Michell faleceu e então Cavendish tendo o projeto de seu amigo reconstruiu a balança e foi o primeiro a determinar a densidade da Terra, com o passar dos séculos diversos outros cientistas refizeram essa medição até que se chegasse na adotada atualmente $6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, sendo que esta medida difere em cerca de 2% do valor encontrado por Cavendish.

Enfim, todas as etapas vividas pelos cientistas mencionados, os quais foram imortalizados na história pelas suas descobertas, foram as bases para que chegássemos hoje nesta Lei que explica o movimento dos corpos e a dinâmica celeste:

Metodologia Das Atividades

Jean Piaget

Nascido em 1896 em Neuchâtel na Suíça e filho de um professor Universitário de Literatura, estudou na universidade de Neuchâtel e em 1918 teve seu título de Doutor em Ciências, quando se mudou para Zurique trabalhou em um laboratório de Psicologia sendo que neste período foi aluno de Carl Jung o qual foi discípulo de Freud,

Segundo Frazão (2020) Piaget teve toda sua carreira acadêmica

baseada no desenvolvimento cognitivo infantil, em 1923 publicou “A linguagem e o pensamento da criança” e neste mesmo ano ocorreu seu casamento com Valentine Châtenay com quem teve três filhas as quais foram importantes no desenvolvimento de suas pesquisas. Segundo Frazão (2020),

Para Piaget o desenvolvimento e a aprendizagem são nada mais que a combinação entre as circunstâncias oferecidas pelo meio e aquilo que o próprio organismo traz, ele classificou as etapas de desenvolvimento que de acordo com Griner (2019) são: Sensório-motor (0 a 2 anos), Pré-operacional (2 aos 6 – 7 anos) e operacional concreto (7 aos 11 anos).

Lev Vygotsky

Segundo Frazão (2017) Vygotsky nasceu em 1896 na pequena cidade de Orsha, próxima de Minsk (capital da Bielorrússia), em 1917 graduou-se em Direito e no período que residiu na cidade de Gomel ministrou palestras e críticas literárias, Vygotsky centralizou suas pesquisas na Compreensão dos processos mentais humanos e em 1924 publicou “Problemas da Educação de Crianças Cegas, Surdas-Mudas e Retardadas”.

Segundo Frazão (2017) Vygotsky na obra “A Formação Social da Mente” ele aborda os processos psicológicos tipicamente humanos, analisando-os a partir da infância e do seu contexto histórico-cultural. Outros trabalhos importantes de Lev Vygotsky são: “A Pedologia de Crianças em Idade Escolar” (1928), “A Criança Retardada” (1935) e entre outros.

Vygotsky teve seu papel importante no desenvolvimento da teoria construtivista, onde segundo Griner (2019), ele considera que a linguagem é, antes de tudo, social e a

sua função comunicativa está estreitamente ligada ao pensamento se estabelecendo de fora (do social) para dentro (o sujeito), o que nos leva a pensar sobre a valorização da cultura, o quanto ela é importante e deve ser considerada na vida e, conseqüentemente, no meio escolar.

A pesquisa de Vygotsky se divide em dois eixos principais que são: o papel da linguagem na constituição do ser humano e o processo histórico-social no desenvolvimento do indivíduo, sendo uma das maiores contribuições de Vygotsky está na compreensão das relações entre pensamento e linguagem, para Vygotsky a linguagem tem papel social e sua função comunicativa é o que norteia o pensamento humano.

Jerome Bruner

Segundo Silva (2017) Jerome Seymour Bruner nasceu em Nova York no ano de 1915, se formou em psicologia e após o fim da segunda guerra em 1945, ele ingressou em Harvard que ao lado de Leo Postman implementou uma série de experimentos que resultariam no “New Look”, uma nova teoria da percepção.

De acordo com Silva (2017) neste trabalho Bruner argumenta que a percepção não ocorre imediatamente, mas sim envolve interpretação e seleção, vindo a publicar um dos seus grandes trabalhos “A Study of Thinking” (O estudo do pensamento) o qual se tornou um artigo precursor da ciência cognitiva, nele explorou como as pessoas agrupam seus pensamentos em classes e categorias. Bruner também atuou em 1965 como presidente da APA (Associação Americana de Psicologia).

Propôs a teoria conhecida como “Teoria da Aprendizagem”, com base na

ideia de que a psicologia apresenta apenas teorias sobre ensino e desenvolvimento, nesta nova vertente ele mostra um conjunto de regras que proporcionam uma melhor maneira de se obter conhecimento. Bruner era um defensor da aprendizagem por descoberta, movida pela curiosidade, que forma, conseqüentemente, novos conhecimentos, e de um currículo em espiral, onde “o processo instrucional deve prover revisões periódicas, “revisitas” a conceitos e atividades já aprendidos, aplicando-os a novas e mais complexas situações” (Moreira, 2019).

Atividades Sugeridas

Após entendermos um pouco do pensamento pedagógico de Piaget, Vygotsky e Bruner, com base em alguns elementos de aprendizagem de cada autor, podemos propor algumas atividades que podem instigar o aluno a compreender melhor todo o roteiro que levou a elaboração da lei da gravitação universal.

Atividade 1

De acordo com Moreira (2019) na teoria de Bruner a organização dos conteúdos tem um papel vital no desenvolvimento cognitivo, a seleção da sequência e do conteúdo irá influenciar diretamente na aprendizagem. Partindo dessa premissa como primeira atividade para que o aluno possa imergir de uma maneira “divertida” na astronomia ele pode iniciar assistindo filmes que abordam os temas astronomia e viagem ao espaço, os mais recomendados são: Gravidade (2013), Interestelar (2014) e Perdido em Marte (2015).

Fig. 6: Filmes Gravidade (2013), Interestelar (2014) e Perdido em Marte (2015).



Fontes:

[http://dvdslist.com.br/gravidade/;](http://dvdslist.com.br/gravidade/)
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Interstellar;>
<https://www.adorocinema.com/filmes/filme-221524/> Acesso em 20/05/2021.

Atividade 2

Na próxima Atividade, o aluno pode fazer a leitura dos artigos, Entrevista com Tycho Brahe e Entrevista com Kepler (vol. I e II, figura 7) escrito por Alexandre de Medeiros, pois os mesmos possuem um conteúdo rico em informações sobre a vida deste ícone da astronomia. O artigo de forma fictícia realiza uma entrevista com Brahe e Kepler onde eles contam de uma maneira descontraída como foram suas trajetórias de vida e acadêmica.

Segundo Rocha (2015) no momento que damos importância para a história das ciências todo o processo de compreender um determinado conceito e a importância dele no contexto da sua descoberta se torna muito mais simples.

Fig. 7: Artigos Entrevista com Tycho Brahe e Entrevista com Kepler (vol. I e II).



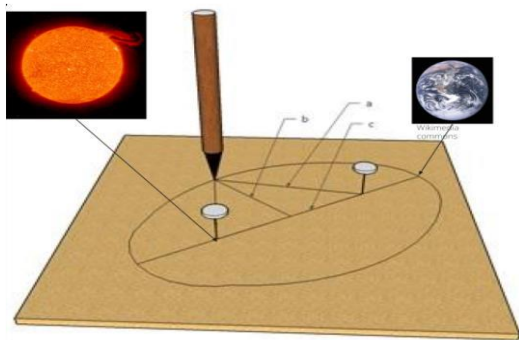
Fontes:

<http://alexandremedeirosfisicaastronomia.blogspot.com/2011/10/entrevista-com-kepler-do-seu-nascimento.html>;
<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol02-Num2/a061.pdf> Acesso em: 20/05/2021.

Atividade 3

Neste experimento vamos desenhar a órbita elíptica da Terra em torno do Sol, como segue a figura abaixo:

Fig. 8: Experimento de órbita elíptica



Fonte: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/3454/caracteristicas-do-movimento-de-translacao-da-terra> Acesso em 20/05/2021.

De acordo com Souza (2021) precisaremos dos seguintes materiais: 2 pregos, pinos ou material semelhante; 1 folha de papel sulfite de tamanho A3 ou uma cartolina branca; 2 metros de linha ou barbante; Superfície perfurável (Folha de cortiça, madeira ou semelhante); Régua e um Lápis.

Para montar, fixe uma folha de cartolina na folha de madeira com um prego em cada ponto para serem os focos da elipse, onde o Sol está localizado num destes focos e usando uma régua comum, meça a distância entre os dois pregos fixos, a metade dessa distância representa o parâmetro "a" (ver figura 8), Fixe um ponto para representar o afélio (maior

distância entre a Terra e o Sol), Meça novamente a distância entre o afélio e a posição do Sol, esta distância é dada por $a+c$ (ver figura anterior), Com os comprimentos de a e $a+c$, faça a subtração: $(a+c) - a = c$, Corte o barbante com o dobro da distância de c (descontando o valor para execução da fixação do barbante nos pregos), amarre cada ponta do barbante em um prego, coloque um lápis por dentro da curva do barbante e execute o desenho, o qual é uma órbita elíptica semelhante à órbita da Terra em torno do Sol (um dos focos) e a curva representa a trajetória do movimento de Translação da Terra, Sendo o afélio a maior distância da curva em relação ao foco (Sol) e o periélio a menor distância da Terra em relação ao foco.

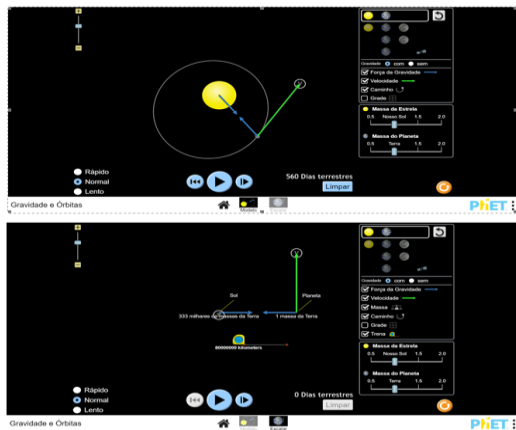
Experimentos práticos podem levar os estudantes a uma melhor compreensão dos conteúdos. Segundo Junior (1998) devemos auxiliar os estudantes a serem mais capazes de interagir com o mundo material, enfatizando a utilidade prática do aprendizado.

Atividade 4

Nesta atividade o aluno irá utilizar um simulador de gravitação através do site https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/gravity-and-orbits, de forma prática poderá ser observado nesta simulação as orbitas, massas, caminho percorrido pelos corpos e entre outras variáveis que compõem todo o sistema da Gravitação Universal, a simulação é feita nas orbitas da Terra ao redor do Sol, da Lua ao redor da Terra e um Satélite Artificial orbitando a Terra, podendo ser nas opções modelo (como proporções fictícias dos corpos) e escalar (com proporções reais dos corpos), trabalhando com estas quatro orbitas o aluno poderá ter uma boa

noção de como funciona a dinâmica de outros sistemas gravitacionais com massas, planetas e estrelas diferentes.

Fig. 9: Simulação Phet colorado – Gravitação e Orbitas (Modelo e Escalar)



Fonte: disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html Acesso em 20/05/2021.

Considerações Finais

A astronomia é um campo da física que mais desperta interesse das pessoas em geral e observar as estrelas no céu tem sido um hábito de todos desde a infância. Por isso é importante entender como surgiram as primeiras ideias de pensadores gregos sobre o funcionamento do universo, o que nos faz refletir o quão dificultoso pode ter sido para os mesmos catalogar as primeiras observações sem qualquer instrumento de alta precisão existente hoje, neste trabalho iniciamos nos primórdios da história da astronomia passando por Galileu Galilei, Tycho Brahe, Johannes Kepler até o surgimento da Lei Gravitação Universal de Isaac Newton, ao final com base nos estudos pedagógicos de Jean Piaget, Lev Vygotsky e Jerome Bruner algumas atividades foram sugeridas para facilitar a compreensão dos conceitos pelos

alunos, porém a astronomia vai além do objetivo deste trabalho e isso é importante ser frisado aos alunos, para que eles nunca esqueçam que a elaboração de calendários, o uso de GPS's dentre outras tecnologias corriqueiras da atualidade só foram possíveis graças ao exaustivo trabalho de pessoas que dedicaram suas vidas estudando o universo.

Referências

[1] FIOLEAIS, Carlos. **“A Experiência de Cavendish”**. Blog História da Física, 2011. Disponível em: http://historiadafisicauc.blogspot.com/2011/06/experiencia-de-cavendish_15.html. Acesso em: 03/04/2021.

[2] FORATO, T. C. M. **“Isaac Newton”**. Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/Biografias/Newton/Newton3.htm>. Acesso em: 02/04/2021.

[3] FRAZÃO, Dilva. **“Biografia de Lev Vygotsky”**. Blog Ebiografia, 2017. Disponível em: https://www.ebiografia.com/lev_vygotsky/. Acesso em: 11/04/2021.

[4] FRAZÃO, Dilva. **“Jean Piaget”**. Blog Ebiografia, 2020. Disponível em: https://www.ebiografia.com/jean_piaget/. Acesso em: 10/04/2021.

[5] GRAVIDADE E ÓRBITAS, **Phet Colorado**, Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html. Acesso em: 28/05/2021.

[6] GRINER, Priscila. **“Construtivismo: o que é e como influencia no**

aprendizado?” Natal-RN: Instituto Educacional Casa Escola, 2019. Disponível em: <https://blog.casaescola.com.br/construtivismo/#>. Acesso em 11/04/2021.

[7] HELERBROCK, Rafael. "**Gravitação Universal**"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/gravitacao-universal.htm>. Acesso em 02 de abril de 2021.

[8] HEWITT, P. G. "**Física Conceitual**". 12 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

[9] JUNIOR, O. F.; FILHO, M. M.; DO VALLE, A, L. "**Uma exposição didática de como Newton apresentou Força gravitacional**". Física na Escola (Vol. 5, N. 1, 2004). Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol05-Num1/v5n1a091.pdf>. Acesso em: 26/09/2020.

[11] MEDEIROS, Alexandre. "**Entrevista com Kepler**". Física na Escola (Vol. 3, N. 2, 2002). Disponível em: <http://alexandremedeirosfisicaastronomia.blogspot.com/2011/10/entrevista-com-kepler-do-seu-nascimento.html>. Acesso em: 26/09/2020.

[12] MEDEIROS, Alexandre. "**Entrevista com Tycho Brahe**". Física na Escola (Vol. 2, N. 2, 2001). Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol02-Num2/a061.pdf>. Acesso em: 26/09/2020.

[13] MOREIRA, D. G. "**Teorias de aprendizagem: Revisão da literatura e aplicações no ensino de Física**". UFU, Uberlândia, 2019.

[14] ROCHA, J. M. "**A descoberta da Teoria da Gravitação Universal: Uma análise desde Aristóteles aos Principia**." UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

[15] SILVA, A. H.; GOMES, L. C. "**A teoria de aprendizagem de bruner e o ensino de ciências**". Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/40938/pdf>. Acesso em: 17/10/2020.

[16] SILVA, D. C. M. "**História da Gravitação**". Mundo Educação, Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/historia-gravitacao.htm>. Acesso em: 26/03/2021.