

## A GRAVITAÇÃO EM UMA ABORDAGEM HISTÓRICO CULTURAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

AUTORES: Geilson Rodrigues da Silva<sup>1</sup>

Lucas Pereira Gandra<sup>2</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: geilsonrodrigues367@gmail.com

Fecha de recepción: 01/11/2017

Fecha de aceptación: 27-03-2018

### RESUMO

O ensino tradicional pautado na memorização e resolução de exercícios ainda constituiu-se um entrave para o avanço da educação em ciências. Nesse sentido apresentamos a História Cultural da Ciência representada a partir de uma unidade didática como uma possibilidade de abordagem da gravitação pré-newtoniana a partir das contribuições de Nicolau Copérnico, Tycho Brahe e Johannes Kepler de forma a permitir que os discentes compreendam o processo de construção da ciência como parte integrante da cultura humana. A partir dessa abordagem, a unidade didática possui potencial para discutir o desenvolvimento da gravitação, bem como, os desdobramentos das tecnologias que são oriundas desse estudo e impactam a sociedade tais como o advento dos satélites artificiais e as viagens espaciais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em Ciências; História da Ciência; Fatores Extracientíficos.

**GRAVITATION IN A CULTURAL HISTORICAL APPROACH TO CULTURAL SCIENCE EDUCATION**

### ABSTRACT :

Traditional education in memorization and exercise resolution was still a hindrance to the advancement of Science education. In this sense we present the Cultural history of science represented from a didactic unit as a possibility of approaching pré-newtoniana gravitation from the contributions of Nicholas Copernicus, Tycho Brahe and Johannes Kepler in order to Allow the students to understand the process of building science as an integral part of human culture. From this approach, the didactic unit has the potential to discuss the development of gravitation, as well as the developments of the

<sup>1</sup> Licenciado em Química pelo IFMS e Mestrando em Ensino de Ciências, INFI-UFMS. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Licenciado em Química pelo IFMS, Licenciado em Matemático pelo Claretiano. Especialista em Educação a Distância pela UNOPAR. Mestrando em Ensino de Ciências, INFI-UFMS. Professor da Fundação Educacional de Coxim. Responsável técnico e Tutor de aulas práticas da UNOPAR-Pólo Coxim-MS. Coxim, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: luca.gandra@hotmail.com

technologies that are derived from this study and impact society such as the advent of artificial satellites and travel space.

KEYWORDS: Education in Science; History of Science; ExtraScientific Factors.

## INTRODUÇÃO

Na educação brasileira os documentos oficiais que normatizam o ensino sugerem a abordagem social, cultural e históricos para a educação em ciências naturais como uma estratégia de abordagem da produção do conhecimento científico de forma a englobar o caráter humanístico que a ciência apresenta (BRASIL, 1999; BRASIL, 2002; BRASIL, 2006).

As pesquisas na educação em ciências dialogam em favor dos apontamentos dos documentos oficiais e ressaltam a contribuição da História da Ciência como estratégia para abordagem das recomendações apresentados acima. Além disso a História da Ciência permite superar concepções errôneas acerca da ciência tais como, a visão empírico- indutivista que não leva em consideração a importâncias das teorias na formulação da ciência, a ideia que a ciência é uma forma de conhecimento que supera todas as demais sendo inconstestável e não passível de mudança. O desenvolvimento da ciência seria por meio acúmulo de fatos empíricos dispostos de forma linear, os cientistas seriam gênios isolados das condições sociais. Os Fatores extracientíficos, como exemplo a economia, religião e política não exercem influencia na ciência (LERDERMAN, 1992; SILVA, 2010; SANTOS e SILVA, 2013).

Silva (2010) ainda apontou que além dos fatores apresentados a História da Ciência é um caminho propício para compreender as equações que embasam as teorias científicas de forma contextualiza com as situações que os cientistas abordavam os problemas.

Diante dos pontos favoráveis a utilização da História da Ciência na educação em ciências, porque está estratégia ainda apresenta resistência para ser implantado na educação básica brasileira? Para Prado e Ferracioli (2017); Machado e Weckerlin (2017) a educação no Brasil ainda está pautada no ensino tradicional embasada na utilização de algoritmos matemáticos sem a compreensão problematizadora e crítica do conhecimento, prezando pela memorização embasada na repetição de exercícios, sendo que esse modelo de educação não permite elucidar os aspectos de construção da ciência e constitui-se como um dos principais entraves para a educação em ciências pautados na História da Ciência.

Para romper com o cenário tradicional da educação deve-se abordar a historicidade das ciências buscando avançar para uma História Cultural

Científica como balizadora da História da Ciência para evitar o anacronismo científico<sup>3</sup> (MARTINS, 2007).

Nesse sentido Alvim e Zanotello (2014) afirmaram que a História Cultural da Ciência permite apresentar a construção do conhecimento científico a partir de uma realidade em transformação, assim como, as culturas estão em constante transformações, sendo que nessa visão a ciência é parte da cultura humana. Essa concepção para os autores supracitados constituiu-se uma estratégia didática que permite a abordagem contemporânea dos conteúdos científicos contribuindo para os discentes sejam reflexivos acerca das tecnologias e os seus impactos na sociedade e no meio ambiente.

Deste modo, buscando enriquecer as contribuições que a História da Ciência apresenta para a educação em ciências a partir de uma visão histórico cultural, tivemos como objetivo desenvolver uma unidade didática de ensino que apresenta potencial para a abordagem da gravitação pré-newtoniana a partir das contribuições de Nicolau Copérnico, Tycho Brahe e de Johannes Kepler. A opção por esse recorte histórico/conceitual corresponde a necessidade de se adaptar ao tempo escolar com uma carga horária limitada para a abordagem da gravitação.

## DESENVOLVIMENTO

Unidade didática de ensino: As contribuições de Copérnico, Brahe e Kleper para o desenvolvimento da gravitação e suas aplicações no Ensino de Física

De acordo com Mosley e Lynch (2011), Mikolaj Kopernik era o presbítero da vila de Frombork na Polônia e passou a utilizar um nome latinizado de Nicolau Copérnico pois era a tradição das famílias adotarem nomes em Latim, devido a influência desse idioma em diversas áreas da Europa.

Ainda de acordo com os autores, o posto profissional de Copérnico não necessitava de muitas horas de dedicação profissional, sendo assim, essa condição permitiu que esse cônego viajasse frequentemente para a Itália, para adquirir conhecimentos das obras helênicas especificamente da concepção de heliocêntrica do universo proposto por Aristarco.

Com isso o cerne do modelo heliocêntrico já vinha sendo debatido por diversos pensadores dentre estes os gregos, árabes e os indianos. Nessa mesma linha, o modelo apresentado por Copérnico era uma tentativa de melhorar o modelo já proposto pelos pensadores anteriores, pois esse modelo primava pela existência de órbitas planetárias descrevendo círculos perfeitos (MOSLEY e LYNCH, 2011).

Dessa forma, Damasio (2011) elencou em seu trabalho que não houve um experimento que determinasse a queda do sistema de Ptolomeu e sua

---

<sup>3</sup> O anacronismo refere-se a uma ideia equivocada de analisar uma determinada época com conceitos que não pertencem aquele tempo histórico.

suplantação pelo modelo copernicano. Rocha (2011) acrescentou que o intuito de Copérnico não era suplantando o modelo de Ptolomeu, mas sim propor uma correção do Calendário Eclesiástico de forma que seria necessário desenvolver um novo mapa do cosmos que apresentasse precisão matemática, bem como, as dimensões das esferas dos astros.

Segundo Mosley e Lynch (2011) a obra *De revolutionibus orbium coelestium*, publicada por Copérnico inicialmente não despertou protestos por parte do alto clero da Igreja Católica, sendo que a mesma foi dedicada ao papa. Esse fator pode ser atribuído segundos autores apresentados, devido a intervenção do pastor luterano Andreas Osaiander que sem consultar Copérnico que se encontrava na fase final de vida, acrescentou um prefácio afirmando que a teoria contida na obra era apenas um modelo matemático e que não representava a realidade. Apesar dessa pequena modificação, agora era notável a distinção que um modelo matemático desenvolvido por um ser humano imperfeito jamais poderia descrever o mundo criado por um ser perfeito. Apesar disso as conclusões estavam evidentes na obra de Copérnico, no qual a Terra não era mais o centro do Universo, colocando no mesmo patamar dos demais planetas conhecidos.

Em relação a natureza conceitual da obra de Copérnico, segundo Uhr (2008) havia limitações importantes nas concepções desse pensador pois não foi explicado como ocorria a atração dos corpos na direção do Sol, bem como, havia a carência de explicação acerca da relação do lançamento de objetos e porque as pessoas não são lançadas para fora do planeta se este está em movimento.

É importante ressaltar que na obra desse pensador não possui uma explicação física para justificar a presença do Sol no centro de seu modelo. A SEED (2006) conjecturou a partir da análise da obra original de Copérnico que as razões para tal utilização foram por questões culturais ou mesmo religiosas.

Entretanto, a Igreja que realizava o expurgo de obras consideradas hereges indicou o livro de Copérnico no Index pois essa obra estava em desacordo com a suas doutrinas.

As inconsistências das ideias de Copérnico estimularam uma série de pensadores posteriores a estudarem o modelo heliocêntrico e tentarem responder as falhas desse modelo. As discussões apresentadas até o momento retratam o desenvolvimento das concepções acerca do heliocentrismo com as contribuições de Copérnico e para enriquecer o debate desenvolveu o texto disponível no quadro 1.

**Quadro 1:** Modelo Copernicano.

Em todos os setores da atividade intelectual, havia precedentes medievais: de fato, Aristóteles fora, na Idade Média, um guia do pensamento cristão. Os eruditos helenistas bizantinos, exilados depois da queda de Constantinopla, também contribuíram à difusão dos estudos clássicos, na Itália principalmente, onde foram acolhidos e para onde trouxeram manuscritos e bibliotecas. O Renascimento foi uma aceleração na evolução do pensamento humano.

Coube ao cônego polonês Nicolau Copérnico refutar a teoria geocêntrica de Ptolomeu e estabelecer sobre observações e cálculos a teoria heliocêntrica que revelava ser o sol o centro de um sistema do qual a Terra é apenas um satélite. O famoso livro de Copérnico, *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, foi dedicado ao Papa. Mas a Igreja declarou a teoria heliocêntrica herética, por estar em desacordo com as suas doutrinas, proibindo a sua divulgação em 1616; só no século XIX veio a ser revogada esta sentença.

Copérnico adotou a ideia de que os planetas não se movimentam ao redor da Terra, ao realizar isso ele se livrou da complexidade dos epiciclos e os dispôs a partir do Sol, na ordem que hoje sabemos ser a correta (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno), os demais planetas ainda não tinham sido descobertos. Justificando também as diferentes durações de seus ciclos astronômicos complexos. A dificuldade era que Copérnico pressupôs que as órbitas planetárias eram círculos perfeitos, e para harmonizar o sistema com as observações fez com que os planetas, incluindo a Terra, girassem em torno de um único ponto no espaço. O eixo era ligeiramente deslocado em relação ao centro do sol. O resultado final foi que teve de recorrer a um número quase igual ou mesmo superior de epiciclos que o utilizado pelo modelo grego.

Fonte: Adaptado de: (CARVALHO, 1996, p. 61-93); (MOSLEY e LYNCH, 2011, p.26).

Para estimular o debate acerca das concepções do modelo apresentado, o quadro 2 evidencia as questões norteadoras.

**Quadro 2:** Discutindo o modelo heliocêntrico.

1. As discussões em torno do heliocentrismo surgiu a aproximadamente 1.200 anos antes de Copérnico, com os estudos de Aristarco de Samos, que propôs um modelo no qual o Sol ocupava o centro do Universo. Então, por que esse modelo não foi aceito naquela época?
2. O que era o Index? Por que a igreja colocou o livro de Copérnico " *Das Revoluções dos corpos celestes*", no Index?
3. Compare os modelos de Ptolomeu e de Copérnico, existem diferenças? Semelhanças? Justifique.

Fonte: Adaptado de SEED-PR, 2006, p. 21.

Um evento astronômico no ano de 1560 chamou a atenção do jovem Tcho Brahe, sendo esse fenômeno um eclipse total do sol. Porém, as previsões realizadas com base no modelo de Ptolomeu e, mesmo, com o de Copérnico apresentavam erros de dias em relação ao fenômeno observado. Sendo assim, Brahe começou a estudar de forma indireta a astronomia enquanto frequentava o curso regular de Direito. Porém, esse jovem acabou por estudar diversas outras áreas tais como: astrologia, alquimia, medicina enquanto reunia diversos equipamentos astronômicos. Essa polivalência na formação de Brahe ocorreu devido o mesmo ter origem em uma família rica na Dinamarca, que propiciou uma tranquilidade e possibilitou o acesso a alta nobreza do seu país, o que garantiu inicialmente condições de estruturar um excelente castelo com equipamentos astronômicos em uma ilha doado pelo próprio rei (MOSLEY e LYNCH, 2011; MEDEIROS, 2001).

Nesse sentido, Brahe realizou importantes medidas que foram mais precisas que as melhores observações realizadas até então. Além disso, foi com este cientista que se tornou possível determinar as posições dos planetas e da Lua, noite após noite, durante um período de vários anos (MEDEIROS, 2001).

Segundo Mosley e Lynch (2011), em evento desconhecido chamou a atenção de Brahe enquanto estava em seu castelo na Dinamarca, tratava-se de um objeto extremamente brilhante presente na constelação de Cassiopeia. Esta observação foi seguida durante meses de forma detalhada até o objeto perder o brilho, esse evento representou um abalo sistemático no modelo estático imutável do cosmos, até então vigente. Quando estava registrando as suas observações, Brahe concluiu que não se tratava de um planeta ou mesmo de um cometa, essas observações indicavam algo novo surgindo na "esfera de cristal" das estrelas fixas, cuja forma perfeita tinha sido criada por Deus (MOSLEY e LYNCH, 2011).

Sendo assim, após anos de observações meticulosas Brahe dispôs de um enorme banco de dados acerca dos movimentos dos astros. Em outra observação, realizado a partir de um cometa, Tycho inferiu que esse fenômeno não era de natureza atmosférica, mas que passava por diversas esferas celestes. Os resultados dessas observações abalavam cada vez mais a crença em um Universo aristotélico. Apesar de Tycho questionar o modelo, Copernicano, o mesmo não abandonou as concepções aristotélicas, bem como, do modelo de Ptolomeu. Portanto, baseado em suas crenças Brahe não aceitava o modelo de Copérnico (PRAXEDES e PEDUZZI, 2009).

Esses autores ainda dissertam que, aproximadamente em 1583, Tycho utilizando das ideias do modelo de Heráclides de Ponto, formulou seu próprio modelo que era uma versão híbrida dos modelos existentes. Esse sistema

tinha os planetas girando em volta do Sol e este junto com os planetas girava em torno da Terra.

Com o intuito de comprovar a sua teoria Tycho recrutava diversos pensadores da época, sendo que nesse ínterim, Johannes Kepler foi contratado para ser o matemático assistente de Brahe. A relação entre ambos foi conflituosa desde o início, pois, Tycho apenas fornecia os dados que achava relevante para os trabalhos de Kepler para confirmar seu modelo. Com isso, a insatisfação de Kepler só aumentava, pois, este era posto em segundo plano, não tendo acesso à vasta catalogação de dados observacionais de Tycho, que eram necessários para Kepler formular seu próprio modelo.

Esse embate entre os dois pesquisadores era notável. Além disso, a origem de Kepler era completamente diferente de Tycho, pois a sua origem era humilde, Kepler teve na infância várias doenças levando a um grande apego pela fé religiosa. Além disso, a formação de Kepler foi ampla e envolveu o estudo de Teologia, Filosofia, Matemática e Astronomia. No início da sua carreira, esse pesquisador teve interesse pela Astrologia, porém ficou evidente para Kepler que os fundamentos observacionais da Astrologia eram falhos, entretanto, durante a maior parte da sua vida Kepler continuou a fazer horóscopos para conseguir sobreviver financeiramente (PRAXEDES E PEDUZZI, 2009).

O contato inicial de Kepler com o modelo copernicano surgiu durante sua formação na universidade protestante de Tuebingen, no qual desejava tornar-se pastor luterano. Nessa universidade teve aula com Michael Maestlin que apresentou as propostas de Copérnico como um tópico especial para alunos avançados (MEDEIROS, 2002).

A partir desses estudos Kepler inferiu que o Sol deveria estar no centro do Universo por representar Deus, as estrelas fixas a Jesus Cristo e por sua vez, os planetas e o espaço, o Espírito Santo (MOSELY e LYNCH, 2011).

Portanto, percebe-se que o dogmatismo religioso permeava a explicação do modelo copernicano na concepção de Kepler. Tais prerrogativas nortearam a vida de Kepler que buscou elucidar os movimentos dos planetas a partir de uma ótica matemática.

Após a sua conclusão universitária, Kepler passa a ministrar aulas de Matemática em uma universidade na região central da Áustria, porém, com uma série de atos religiosos exigindo a adesão total ao luteranismo e devido ao radicalismo de determinados artigos, Kepler recusa a assinar a Fórmula de Concórdia que era contra o sistema copernicano, sendo assim, a recusa o levou a negativa de empregos em várias universidades a Kepler, que peregrinava pela Europa Central em uma busca de uma oportunidade de trabalho (PRAXEDES e PEDUZZI, 2009).

Porém Kepler era um matemático meticuloso, e necessitava dos dados observacionais mais precisos da época, para avançar na sua compreensão do cosmos, tais informações estavam em posse de Tycho. Portanto, os dois cientistas precisavam trabalhar juntos para a confirmação dos modelos que propunham apesar disso, Brahe exerce um papel autoritário e restringe a atuação de Kepler. Antes de ir trabalhar com Tycho, Kepler já apresentava ideias avançadas acerca dos movimentos dos planetas sendo que de acordo com Porto (2015), Kepler abordou em seu livro *Mistério Cosmográfico* uma abordagem que abrange os poliedros regulares em cinco unidades que são respectivamente: tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro. Essa ideia partia de uma visão da natureza composta por cinco poliedros, e Kepler acrescentava ainda uma sexta esfera para indicar uma ordem sobrenatural devido a existência de seis planetas conhecidos na sua época para compor o modelo de sólidos geométricos de Kepler (PORTO, 2015).

Contudo, a aplicação desse modelo ainda não apresentava coerência com as medidas das órbitas. Tal inconsistência decorre principalmente referente as órbitas dos planetas Mercúrio, Vênus e Marte, Kepler tinha o intuito que dados mais precisos eram necessários para explicar essas inconsistências (MEDEIROS, 2002).

Era nesse modelo que Kepler deseja explorar com os dados de Tycho, porém foram longos dezoito meses de trabalhos conflituosos com Brahe, até que o mesmo veio a óbito após um banquete no qual recusou-se a levantar da mesa (MEDEIROS, 2001).

Com a morte desse cientista a família de Tycho estava mais interessada em partilhar a fortuna do mesmo do que preservar os dados observacionais. Há ainda muitas inconsistências acerca das últimas palavras de Tycho que remetiam a Kepler não deixar se perder o legado maior de sua vida, os seus dados observacionais. Entretanto, Mosley e Lynch (2011) apontam que Kepler apoderou-se dos dados de Brahe, que não receberam devida atenção da família para com os mesmos.

Sendo assim, munido do acesso irrestrito dos dados que necessitava Kepler inicia-se um aprofundamento teórico/matemático acerca dos movimentos dos planetas. O maior desafio foi em determinar a órbita do planeta Marte, sendo que a maneira como Kepler atacou esse problema foi crucial para o desenvolvimento das leis do movimento planetário. Após anos de estudo incansável Kepler determinou a segunda lei que antecedeu historicamente a primeira.

Segundo Medeiros (2001) Kepler obteve a segunda lei a partir da análise da órbita de Marte no qual verificou-se que o planeta percorria áreas iguais a uma velocidade constante no decorrer da sua órbita. Em uma linguagem abordada comumente em livros didáticos, essa lei representa a área descrita no qual um raio vetor de um planeta, que corresponde a uma linha



imaginária que liga o planeta ao Sol, é diretamente proporcional ao tempo gasto para descrevê-la (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2012).

Para a determinação dessa lei Medeiros (2001) reitera que Kepler utilizou o método de exaustão desenvolvido por Arquimedes, no qual Kepler utilizou uma infinidade de triângulos com apenas um dos lados curvos. Ao utilizar esse método matemático, a semente do cálculo estava sendo lançado por Kepler.

Para a determinação da primeira lei Kepler teve que romper com a visão aristotélica que afirmava que o caminho do planeta é um círculo perfeito (TOSSATO e MARICONDA, 2010). Após seis longas tentativas e fracassos, Kepler percebeu que a órbita não era circular. Inicialmente, o cientista imagina que a órbita é oval, porém esse modelo não era confirmado pelas observações de Tycho, em seguida propõe Kepler que se tratava de uma órbita do tipo elipse, confirmada com os dados observacionais de Tycho, obtendo uma ordem intrínseca ao movimento dos planetas. Sendo assim, a confiança que Kepler depositava nas observações meticulosas de Tycho foram cruciais para aceitação das elipses e a descrição do movimento planetário (MEDEIROS, 2002).

Esse autor ao analisar o trabalho de Kepler apontou que a 1ª Lei ficou conhecida como a Lei das Elipses, sendo que a utilização da Elipse remete a soma das distâncias até os focos forma uma constante, tal que,  $r+r'=2a$ , que compõem o semi-eixo maior. Se abstraímos as propostas astronômicas de Kepler, o semi-eixo maior da elipse representa a distância média do Sol até o planeta. O afélio é o maior afastamento de um planeta do Sol e periélio o ponto de maior aproximação do Sol.

De acordo com Medeiros (2003) a terceira lei de Kepler não foi estabelecida da forma em que é abordada atualmente nos livros didáticos. Esse autor apontou que Kepler utilizou-se de uma simetria na natureza que remete a uma Matemática de ritmos de razões que abriu novos horizontes de investigação, a partir dos logaritmos. Tendo como norte essa premissa que as órbitas planetárias deveriam atender uma série de relações matemáticas simples e elegantes e partindo-se da abordagem com logaritmos determinou uma proporção na ordem de 3 para 2. Para o autor supracitado em uma abordagem moderna essa técnica consistia em determinar a relação entre logaritmos dos períodos e dos raios orbitais médios. Esse estudo de Kepler emergiu simultaneamente com as concepções de Napier na formulação dos logaritmos.

Temos imbricado nessa lei o tempo que um planeta leva para completar uma volta ao redor do Sol e a proporcionalidade do tamanho da sua órbita. Isso significa que quanto mais afastado do Sol, mais tempo levará para girar ao seu redor. Esse fator se aplica aos planetas que observamos com as sondas espaciais e os modernos telescópicos.

Para propiciar uma discussão mais ampla em sala de aula com os discentes do Ensino Médio é importante utilizar além da linguagem textual a visual pois esse potencializa as discussões em torno da gravitação a partir da perspectiva histórico cultural aliado aos pressupostos matemáticos que nortearam essa teoria.

Sendo assim, propõem-se a utilização do vídeo intitulado Tycho Brahe, Johannes Kepler e o movimento planetário.<sup>4</sup> Para melhor aproveitar o potencial educativo do vídeo apresenta-se no quadro 3 e as questões norteadoras para o debate.

**Quadro 3:** Investigando a natureza do movimento planetário.

1. O modelo elaborado por Copérnico apresentavam qual(is) características que permitiram indicar que esse modelo ocasionou uma revolução científica?
2. Qual a importância da obtenção de dados precisos por Tycho Brahe para a compreensão dos movimentos dos planetas?
3. Os epiciclos desenvolvidos pelos matemáticos explicavam corretamente o movimento dos planetas? Justifique.
4. Porque a igreja católica rejeitou o modelo de Copérnico?
5. Por quais motivos Kepler deseja comprovar a teoria de Copérnico?
6. O modelo elaborado por Tycho Brahe apresentava comprovação observacional? Existia alguma incoerência nesse modelo? Justifique.
7. Qual a influência do problema da órbita de Marte no embate entre Tycho Brahe e Kepler?
8. Com o desenvolvimento das leis dos movimentos planetários Kepler teve que abandonar algumas concepções aristotélicas de cosmos? Justifique.
9. As leis de Kepler ainda podem ser empregados para descrever os movimentos de planetas e os demais astros? Justifique.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As questões apresentadas correspondem as ideias formuladas pelos três cientistas abordados nessa unidade didática e possuem o potencial para suscitar discussões acerca da formulação da teoria da gravitação, partindo da indissociabilidade entre ciência e cultura. E do ponto de vista das teorias da aprendizagem esse material apresenta possibilidades para ser utilizado

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SWuhuqMA5LI>. Acesso em 01/10/2017.

dentro dos pressupostos construtivistas que permeiam o processo de ensino aprendizagem.

## AS LEIS DE KEPLER EM UMA ABORDAGEM CONTEMPORÂNEA APLICADA ASTRONOMIA

### Mecânica orbital e os satélites

Os satélites podem ser naturais e artificias, sendo que os satélites artificias serão o foco dessa análise. Sendo assim para ampliar essas discussões propõem-se o documentário satélite artificiais e suas funções<sup>5</sup> o fim da distancia, bem como, as questões norteadoras apresentadas no quadro a seguir.

**Quadro 4:** Os satélites origem histórica e aplicações.

1. Qual foi o primeiro cientista apontar a utilização de satélites pelos seres humanos?
2. Qual foi o primeiro satélite artificial colocado em órbita? Qual era a sua função?
3. O início da era de exploração espacial pela URSS teve impacto na sociedade americana? Se sim quais?
4. Com o fim da segunda guerra mundial e o início do período de guerra fria o mundo ficou dividido entre os blocos capitalistas e socialistas, sendo marcado pela intensa corrida armamentista, nesse sentido qual foi a importância das pesquisas do cientista Wernher Von Braun para o lançamento de satélites?
5. No período de guerra fria o equilíbrio de forças entre as superpotências decorria do arsenal nuclear disposto por ambas, entretanto com a utilização militar dos satélites, era possível obter quais informações acerca do outro país?
6. Por que os satélites no início da corrida espacial tinham que operar em uma órbita elíptica baixa?
7. Qual era a importância de os satélites transmitirem informações em tempo real para as bases na superfície terrestre?
8. Quais são as aplicações não militares com o uso de satélites?
9. Quais a importância de lançar satélites na órbita geoestacionária?

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após esse momento propõem-se a utilização do laboratório de informática para que os estudantes possam realizar pesquisas na internet orientadas pelo docente para responder a tabela a seguir que busca explorar os tipos de satélites, suas aplicações e evidenciar as leis de Kepler para estudar o movimento dos satélites.

<sup>5</sup> Disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=XLK5TQtIOmA>. Acesso em 01/10/2017.



**Tabela 2:** Leis de Kepler e o Sistema Solar.

Planeta	Raio Orbital Médio	Período	Distância média do Sol (Km)	Determinação da Constante
Mercúrio	0,387		57.910.000	
Vênus	0,723		108.200.000	
Terra	1,000		149.600.000	
Marte	1,524		227.940.000	
Júpiter	5,203		778.330.000	
Saturno	9,534		1.429.400.000	
Urano	19,201		2.870.990.000	
Netuno	30,047		4.504.300.000	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na etapa seguinte sugere-se utilizar o primeiro episódio da série Mars produzido pela National Geographic<sup>7</sup> bem como, indica a utilização da simulação computacional Entry Orbital<sup>8</sup> disponibilizado na página da série para ser usado como suplemento interativo para ser explorado em aulas. Essa simulação permitirá que os estudantes manipulem em formato de simulação de um voo espacial para Marte, sendo possível evidenciar as dificuldades de uma viagem para esse planeta.

Em seguida é proposto que os estudantes determinem o tempo de viagem na tabela 3 das naves espaciais para os sete planetas no sistema solar considerando a Terra como a base de lançamento e considerando os dados apresentados na tabela 2 para auxiliar nos cálculos.

**Tabela 3:** Viagens espaciais para os planetas do Sistema Solar.

Planetas	Tempo de Viagem
Mercúrio	
Vênus	
Marte	
Júpiter	
Saturno	
Urano	
Netuno	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sendo assim a unidade didática desenvolvida no presente estudo apresenta uma proposta da utilização de uma abordagem histórico, conceitual, e contemporânea para abordar a gravitação no Ensino Médio sem dissociar dos

<sup>7</sup> Disponível em: <http://channel.nationalgeographic.com/mars/>. Acesso em 25/11/2017.

<sup>8</sup> Disponível em: <http://mars.natgeotv.com/games/uk/#/spaceflight/?v>. Acesso em 25/11/2017.

aspectos de construção da atividade científica como parte da cultura humana. Deste modo essa unidade possui potencial para auxiliar no processo de ensino de forma a contribuir na educação em ciências.

### CONCLUSÕES:

A perspectiva apresentada de abordagem da gravitação em vertente histórico cultural do desenvolvimento científico consistiu em uma estratégia importante para a educação científica, pois apresenta não apenas fatores internalista do desenvolvimento da gravitação pré-newtoniana mas também os fatores externos que exercem influência e são influenciados pela ciência.

Com isso a unidade didática desenvolvida aponta possibilidades da utilização pelos docentes de Física da educação básica de nível médio de forma a contemplar uma educação científica e tecnológica com o intuito de formar não apenas estudantes meros reprodutores de exercícios, mas sim egressos críticos acerca do processo de construção da ciência e que percebam que o conhecimento científico advindo de séculos atrás são empregados em tecnologias atuais e que impactam a sociedade.

Nesse sentido é possível ainda empregar a unidade didática na promoção de uma abordagem em torno da ciência-tecnologia-sociedade (CTS), aliado aos pressupostos construtivista de aprendizagem em consonância com temas atuais de debates na ciência como exemplo as viagens espaciais.

### REFERÊNCIAS

- ALVIM, M, H. ZANOTELLO, M. (2014). História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: Contribuições para a formação cidadã e reflexiva. *Revista Brasileira de História da Ciência*. v.7, n.2, p. 349-359.
- BRASIL. (1999). MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC.
- BRASIL. (2002). MEC. PCN+: *Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC.
- BRASIL. MEC. (2006). *Orientações Curriculares para o ensino médio*: Brasília: MEC/ SEB. V.2.
- CARVALHO, D. de. (1996). *História geral – Idade Moderna*. Vol. 3. Rio de Janeiro: Record Cultural.
- DAMASIO, F. O. (2011). Início da revolução científica: questões acerca de epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.33, n.3, 3601-3607.
- HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. (2012). *Fundamentos de Física*. v.2. Tradução: Ronaldo Sérgio Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- LEDERMAN, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 4, p. 331-359.
- MACHADO, V, de M. WECKERLIN, E. R. (2017). O ensino de ciências biológicas a partir de uma organização didática, segundo a teoria antropológica do didático. *Enseñanza de las Ciencias*. v. extra. s/n. p. 361-366.
- MARTINS, A. F. P. (2007). História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 24, n. 1, p.112-131.
- MEDEIROS, A. (2001). Entrevista com Tycho Brahe. *Física na Escola*. v. 2, n.2, p. 20-30.

MEDEIROS, A. (2002). Entrevista com Kepler: Do seu nascimento à descoberta das duas primeiras leis. *Física na Escola*, v.3, n.2, p. 20-33.

MEDEIROS, A. (2003). Continuação da entrevista com Kepler: A descoberta da terceira lei do movimento planetário. *Física na escola*. v.4, n.1, p. 19-24.

MOSLEY, M. LYNCH, J. (2011). *Uma história da ciência*. Tradução: Ivan Weisz Kuck. Rio de Janeiro: Zahar.

PORTO, C. M. (2015). Panorama geral da obra astronômica de Kepler. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.37, n.3, p. 3601-1-3601-15.

PRADO, R. T. do. FERRACIOLI, L. (2017). Atividades experimentais e o diagrama V no ensino de magnetismo: Buscando indícios de aprendizagem significativa. *Aprendizagem significativa em revista*. v. 7, n.1, p. 11-24.

PRAXEDES, G. PEDUZZI, L, O, Q. (2009). Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.31, n.3, p. 3601-1- 3601-10.

ROCHA, A, M. (2011). Copérnico entre o Kósmos e o universo infinito. *Revista Cematus- Filosofia de Spinoza*. v. 5, n.10, p. 11-19.

SANTOS, G. D.; SILVA, B. V. C. (2013). Natureza da Ciência por alunos de Licenciatura em Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 7, p. 630-647.

SECRETÁRIA DO ESTADO DE EDUCAÇÃO-SEED. (2006). *Física Ensino Médio*, v.1, 2 edição. Curitiba.

SILVA, B. V. C. (2010). A natureza da ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 4, n.3. p. 670-677.

TOSSATO, C, R. MARICONDA, P, R. (2010). O método da astronomia segundo Kepler. *Scientia e Studia*, v.8, n.3, p. 339-366.

UHR, A, P. (2007). *O sistema solar- um programa de astronomia para o Ensino Médio*. Texto de Apoio ao professor de Física. Editora: UFRGS, v.18, n.4.

