



ENSINO DE FÍSICA PARA O PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO NA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA COM A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUÍNO

CARLOS JHONATAS DE SOUZA AMORIM¹, FÁBIO LOMBARDO EVANGELISTA¹,
LUCIANO LEWANDOSKI ALVARENGA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia.

Resumo

Este trabalho relata as atividades realizadas no âmbito do programa de residência pedagógica, no ifc campus concórdia, em uma turma do 1o ano do curso técnico para internet integrado ao ensino médio. Foi desenvolvida e aplicada uma oficina didática para o ensino de Movimento Planetário e Gravitação, como forma de abordar os conceitos de órbitas elípticas, períodos de translação, raio médio e força gravitacional. O referencial teórico adotado foi o sociointeracionismo, associado ao construtivismo na concepção das atividades e buscou-se uma abordagem utilizando-se de tecnologias digitais, com uso de apresentações em slides, animações e aproveitamento do laboratório didático. Foi utilizada a plataforma Arduino como forma de explorar a simulação das órbitas de planetas em formas elípticas, permitindo sua utilização como instrumento de interação com o objeto de estudo, e possibilitando uma abordagem experimental para o conhecimento das Leis de Kepler.

Palavras-chave: *Arduino. Laboratório didático. Gravitação.*

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho relata a experiência da terceira fase da Residência Pedagógica (RP) no ensino de Física para uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, abordando os conceitos de gravitação universal, movimento planetário e energia mecânica.

Para realizar esta proposta este trabalho, buscou-se utilizar a astronomia e história para introduzir estes conceitos de maneira conceitual para, posteriormente, apresentar as respectivas equações e cálculos necessários para a devida aplicação matemática destes conceitos. Com isso o objetivo deste trabalho foi desenvolver um experimento para explorar

os conceitos das Leis de Kepler e da Gravitação Universal de forma que permita a interação dos alunos com o objeto de ensino e permita o trabalho em grupos.

Especificamente, se propôs elaborar um código para simulação do movimento dos planetas conforme a teoria, e montar um circuito na plataforma de prototipagem Arduino com os componentes eletrônicos disponíveis. Foi proposto expor o conteúdo em aulas dialogadas com uso de imagens, animações e vídeos. Posteriormente, objetivou-se aplicar uma oficina pedagógica utilizando este experimento.

A turma acompanhada cursa o Técnico em Informática para Internet Integrado ao Ensino Médio, no IFC Campus Concórdia com as atividades orientadas e supervisionadas pelos professores do curso de Licenciatura em Física da mesma instituição. As aulas de Física foram ministradas para a turma 1F nas tardes de segunda-feira das 13h30min às 15h00min, pelo residente estagiário e a oficina foi realizada ao final da intervenção.

Como o curso técnico em questão traz a proposta de ser integrado ao Ensino Médio, é necessária uma abordagem interdisciplinar e mais ampla, buscando relações com os aspectos técnicos do curso, além dos conteúdos básicos de Física. Nesse contexto, o objetivo da oficina foi elaborar uma atividade que explorasse os conteúdos de movimento planetário e gravitação, relacionado a uma aplicação prática e técnica que pudesse trazer contribuições na formação profissional do estudante.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica para embasar teoricamente o presente trabalho. O caráter construtivista da proposta de ensino da oficina e os aspectos educacionais relevantes para a instituição apontaram para uma pesquisa nesta área.

Entende-se, com isso, que é necessário considerar os conhecimentos e experiências dos alunos, bem como propiciar momentos que favoreçam o aprendizado. Desta forma, foi considerada a abordagem da teoria sociointeracionista de Vygotsky para nortear o trabalho, assim como o uso do laboratório didático por José de Pinho Alves Filho (2000).

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Buscou-se uma abordagem expositiva que relacionasse o conhecimento formal com experiências e conceitos do cotidiano, aproximando a física abstrata com a vida do cidadão comum. O ensino de Gravitação e Movimento Planetário não é apenas interessante, é também necessário, pois, aparentemente, esta realidade estudada se encontra muito distante dos indivíduos.

Foi utilizada a plataforma de prototipagem Arduino como forma de possibilitar a montagem de experimentos personalizados e adaptados à proposta de ensino. Foi desenvolvido uma montagem eletrônica que simulava, com uso de luzes, o movimento de uma partícula, tanto em MRU, quanto em MRUV e, seguindo com o uso dessa tecnologia, foi proposto utilizar-se de um processo semelhante para simular o movimento planetário.

Com o experimento desenvolvido era esperado que o aluno conseguisse observar as características dos movimentos dos planetas ao redor do sol. Podendo verificar as variações de velocidade, tempo para completar uma volta e relações entre as medidas da órbita, poderiam relacionar com os conceitos e equações vistas em aula. Isto foi pretendido com o uso de uma simulação programada no Arduino, onde os movimentos foram representados por LEDs (Light Emitting Diode do inglês Diodo Emissor de Luz) acendendo sequencialmente,

dispostos conforme a forma da trajetória, projetando deslocamento do astro ao longo do tempo. Com estas montagens é possível mostrar como podemos usar as equações e conceitos estudados para representar e simular movimentos reais.

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

O problema da aprendizagem é um aspecto da docência e sua abordagem passa pela compreensão dos processos envolvidos no ensino, didática, processos cognitivos, entre outros. Para estudar estes processos, podemos nos valer de diversas pesquisas e obras acerca da educação já desenvolvidas. No entanto, é possível, dado determinados aspectos escolhidos, dar enfoque a uma teoria ou concepção para possibilitar a abordagem mais direta e simplificada do problema.

A escola, como instituição social, busca formar e capacitar os indivíduos como cidadãos e para o mercado de trabalho. Nesse contexto, busca-se uma padronização e uniformização dos conhecimentos e capacidades a serem desenvolvidas por todos os estudantes. Observando a diversidade de indivíduos que terão de passar pelo processo educacional é de se esperar que nem todos tenham desempenho semelhante e, logo, ocorram diferenças na formação. Porém, os indivíduos mudam e a forma como eles interagem na sociedade também muda, então a função social da escola, de reprodução da cultura vigente, passa por problemas por não conseguir adaptar-se e reproduzir estas mudanças.

Deste modo, para evitar crises e manter o progresso educacional, é necessário compreender como se dá este processo de reprodução, ou seja, como os indivíduos aprendem e se apropriam da cultura.

Para entender o comportamento humano durante o processo de ensino-aprendizagem, ainda em parte do século passado, predominava a ideia behaviorista, onde o meio definiria o sujeito e o aprendizado somente se dava com a passagem do conhecimento através de outro sujeito, e não era considerado o que o aprendiz já possuía de conhecimentos (COELHO, 2018).

Em oposição ao behaviorismo, Lev Semenovitch Vygotsky (1896 1934) defende que a interação social entre os indivíduos da sociedade é que promove a passagem do conhecimento.

Já David Paul Ausubel (1918 2008) considerava que o aprendizado se dá em função do conhecimento que o indivíduo já possui e seu desenvolvimento está ligado a capacidade de reconfigurar ideias existentes.

Essa concepção possibilita compreender por que determinados indivíduos têm dificuldades para compreender conceitos expostos de forma desconexa e sem relação com coisas familiares para o estudante. Além disso, rebate a ideia de que a indisposição do aluno em aprender é a principal causa do baixo desempenho, repassando a responsabilidade para o professor, que deveria propiciar os momentos que favorecessem a construção do conhecimento pelo aluno.

Conforme veremos adiante, autores construtivistas se valem de instrumentos como forma de facilitar o processo de ensino-aprendizagem e, para isso, podemos dispor do uso do laboratório didático como forma de explorar as relações entre o conhecimento do aluno e o conhecimento científico (ALVES FILHO, 2000).

III.1. TEORIA DE APRENDIZAGEM DE AUSUBEL

Ausubel era formado em medicina-psiquiátrica, era professor Emérito da Universidade de Columbia, em Nova York, e dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional. Desenvolveu sua teoria de aprendizagem e importava-se com a consequente inferência no ensino e aprendizagem em sala de aula (MOREIRA, 2011).

Segundo Ausubel, a aprendizagem significa organização e integração dos conhecimentos na estrutura cognitiva, que compreende o conjunto total de ideias com conteúdo e organização para uma área específica de conhecimentos. A estrutura cognitiva é, portanto, o complexo resultante dos processos cognitivos que permitem assimilar e utilizar o conhecimento.

Como já mencionado, Ausubel defende que o fator mais importante na aprendizagem, considerado isoladamente, é o que o aluno já conhece, e é tarefa do professor identificar e ensinar conforme esses conhecimentos. A partir disso, novos conhecimentos poderão ser aprendidos e retidos conforme a existência de conceitos relevantes, já propriamente definidos na estrutura cognitiva, servido como ponto de ancoragem para estes novos conceitos.

É interessante observar, ainda, que os processos não se resumem na ação dos conceitos existentes com os novos conceitos, mas também contemplam as modificações nas características da estrutura cognitiva pela interação com a nova informação.

IV. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa se consolida quando os novos conhecimentos são relacionados com a estrutura cognitiva do indivíduo de forma não arbitrária e substantiva. Estas conexões serão relevantes se estiverem ligadas por meio do que Ausubel define como subsunçores.

Os subsunçores devem ser estruturas representando conhecimentos pertinentes, preexistentes na estrutura cognitiva do estudante. Sendo assim, a estrutura geral de retenção de informações do ser é organizada hierarquicamente quanto aos conceitos armazenados, contemplando desde os conceitos mais gerais, até os conhecimentos específicos.

A aprendizagem significativa difere do que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou aprendizagem automática, onde as informações são assimiladas, mas de forma arbitrária, ou seja, sem relações relevantes entre as informações preexistentes na estrutura cognitiva. A aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não são antagonicas, mas fazem parte do processo geral de aprendizagem formando um contínuo. Ausubel define ainda os conceitos de aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Na primeira, as definições centrais do conceito devem ser descobertas pelo aluno, e na segunda o conhecimento é entregue ao mesmo de forma definida e pronta.

Portanto, fica claro que, de uma forma ou de outra, deverão ser introduzidas, em algum momento, as informações que servirão de base, subsunçores, para a aprendizagem significativa. Ausubel propõe o uso de organizadores prévios como forma de dar subsídio para a continuidade do processo. Os conhecimentos, para facilitar este processo, poderão ser entregues de forma arbitrária, pela aprendizagem mecânica, não necessariamente possuindo alguma relação com a experiência anterior do indivíduo. Assim, os organizadores prévios

deverão ser de nível de abstração inferior ao que se pretende ensinar e ser uma introdução ao assunto.

Um fator importante para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o aluno esteja disposto a realizar as relações e participar do processo. Se o estudante apenas memorizar o que lhe for passado, a aprendizagem será de forma mecânica.

V. O ENSINO SEGUNDO AUSUBEL

Nesse contexto, o professor deve considerar executar alguns procedimentos para garantir a aprendizagem significativa e garantir a consolidação de um conhecimento organizado.

A princípio, o professor deve possuir pleno conhecimento do que será ensinado, sendo capaz, portanto, de explorar a estrutura conceitual, de maneira a ir do ponto mais simples ao mais complexo de maneira coerente e contínua. Logo, será necessário identificar os subsunçores que seriam importantes para a aprendizagem deste conteúdo. De posse destes subsunçores necessários, o docente, então, poderá comparar com os disponíveis na estrutura cognitiva do estudante através de um levantamento com função específica de identificar os conhecimentos do aluno.

Então, durante o ensino, o docente, sabendo das necessidades do aluno, deverá utilizar as ferramentas disponíveis para facilitar o processo de organização da estrutura cognitiva do estudante, exibindo significados claros e familiares para os novos conceitos, utilizando-se da inserção de organizadores prévios, se necessário. Resumindo esta ideia: ... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL, *apud* MOREIRA, 2011).

A concepção de Ausubel é interessante por romper com a ideia de que o aprendiz não possui contribuição no processo de ensino-aprendizagem, e passa boa parte do protagonismo para o aluno enquanto altera o papel do professor para um facilitador do processo, caracterizando, assim, um aspecto construtivista ao ensino.

V.1. TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY

O trabalho se baseou na teoria de Vygotsky que estudou os processos de desenvolvimento psicológico e deu grande contribuição para a concepção sociointeracionista. Segundo o autor, o desenvolvimento cognitivo se dá por conta de interações entre os indivíduos em sociedade.

O aprendizado, então, envolveria mediação por signos e instrumentos se relacionando intimamente com o desenvolvimento sociocultural. A interação do indivíduo em sua participação social tem o objetivo de integrá-lo na sociedade, para que possa fazer parte do grupo e do contexto cultural. Assim, esta perspectiva relaciona a convivência, incluindo seus aspectos culturais, sociais e históricos, com o desenvolvimento cognitivo do ser humano.

Considerando que o convívio social forma as funções cognitivas, a mediação tem papel fundamental nas construções de conceitos e ideias que permitirão o desenvolvimento intelectual, pois é por meio da mediação que o indivíduo recebe as informações e é exposto aos problemas a serem superados.

O processo de aprendizagem pode ser mediado por objetos, eventos, situações, modos de organização e a linguagem (OLIVEIRA, 2010). Sendo assim, na teoria sociointeracionista, não é necessariamente a presença de um professor que garante, ou que seja fundamental, para o processo de aprendizagem, pois a presença do outro social pode se manifestar por meio dos objetos, da organização do ambiente, dos significados que impregnam os elementos do mundo cultural que rodeia o indivíduo.

Vygotsky introduz ainda o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), como forma de explicar as competências latentes nos indivíduos que podem se desenvolver em capacidades, mas ainda não se consolidaram. Isto é caracterizado como um olhar prospectivo, ou seja, considerando o que ainda está por vir no desenvolvimento do estudante.

O autor defende que a ZDP é fator importante para o aprendizado, pois, na atuação pedagógica, o professor tem o papel de possibilitar o avanço dos estudantes mediando e alterando fatores para o desenvolvimento.

V.2. USO DO LABORATÓRIO DIDÁTICO NUMA CONCEPÇÃO CONSTRUTIVISTA

A construção do conhecimento científico, tradicionalmente, se baseia em um processo de rigorosa aplicação do método científico, com elaboração de hipóteses, experimentação, teste e refutação de ideias com base em muitas tentativas, até podermos chegar a teorias que representem, de maneira satisfatória, o funcionamento da natureza. Nesse processo, um personagem de destaque é o erro, pois segundo epistemólogos, como Gaston Bachelard (1884-1962) e Karl Popper (1902-1994), é através do erro que se dá o desenvolvimento do conhecimento, tendo este, portanto, grande importância para compreender a epistemologia do saber científico.

Entretanto, o uso do laboratório didático como instrumento que permite a mediação entre a realidade e as teorias científicas se contrapõe à função comprobatória do laboratório tradicional (ALVES FILHO, 2000). Logo, colocar o estudante como investigador do problema a ser resolvido, o aproxima dos procedimentos que um cientista real utiliza em seu trabalho, servindo de elemento motivador no ensino.

Tendo mais liberdade para errar e testar hipóteses no experimento, o aluno pode confrontar seus conhecimentos prévios com o resultado do teste das hipóteses e, através de questionamentos com o professor, elaborar argumentações para explicar suas percepções. Os resultados desse processo podem ser utilizados pelo professor para obter um rico panorama das ideias desenvolvidas nos alunos.

Atualmente, o uso do computador no laboratório é essencial, tanto para aquisição de dados, quanto para controle de equipamentos de automação. Somando-se a isso, existe uma crescente necessidade de atualizar o uso laboratório para condizer com as expectativas dos estudantes em termos tecnológicos. Como forma de simplificar a aplicação do computador e tornar o custo mais acessível, existem opções que se utilizam de microcontroladores, consistindo em sistemas computacionais simplificados e compactos, porém com as funções importantes de um computador a disposição do usuário. Sendo possível a entrada, processamento e saída de dados, podemos explorar uma diversa gama de aplicações para o uso de tais sistemas no laboratório didático (MARTINAZZO, 2014). Nesse âmbito, encontra-se

desenvolvida a plataforma Arduino, que consiste em um sistema computacional básico em uma única placa, sendo possível sua programação através da conexão a um computador convencional. Em seguida, pode ser utilizado independentemente para controlar e obter dados por suas entradas e saídas que podem operar com dados digitais e analógicos.

VI. RESULTADOS

No período de 09/09/2019 a 28/10/2019 foram ministradas aulas na turma 1F, pelo residente estagiário, acompanhadas pelo professor supervisor. No dia 11/11/2019, foi realizada uma oficina pedagógica. A seguir serão apresentadas estas atividades.

VI.1. DOCÊNCIA

Foram preparadas aulas expositivas e dialogadas, estimulando a participação dos estudantes. Foram utilizados como recursos didáticos, principalmente, o projetor multimídia e computador, como forma de expor melhor gráficos, imagens, simulações e animações durante as explicações. Como recursos secundários foram utilizados quadro branco e canetão, além de outros objetos para demonstrações em sala de aula.

Os principais conteúdos a serem abordados eram sobre Movimento Planetário, focando nas Leis de Kepler, Gravitação Universal de Isaac Newton e energia mecânica, com conservação da energia e trabalho. Esta fase também seria momento para abordagem de outros conceitos sobre Mecânica, importantes na Física como: colisões, estática e mecânica dos fluídos, mas em ordem de se trabalhar melhor, torna-se necessário escolher alguns conteúdos para estudar com mais profundidade.

Esta escolha não se dá de forma arbitrária, mas sim, seguindo a alguns critérios, como afinidade do professor com o conteúdo, relevância para a formação específica no curso, importância para o desenvolvimento das competências dos alunos e interesse dos estudantes pelo conteúdo. Este último de difícil identificação, porém muito importante para definir as expectativas dos alunos, quanto ao que eles esperam da Física e como eles visualizarão esta matéria deste ponto em diante. Por exemplo, se estes conteúdos abstratos, sobre astronomia, forem aplicados somente com fórmulas e cálculos, é perdida uma oportunidade única de se aprofundar em um conteúdo maravilhoso cheio de cores e formas que podem ser exploradas por meio de imagens, animações e vídeos que, certamente, chamam atenção de qualquer um, mesmo para leigos. Diz-se oportunidade única, pois utilizar estas informações e imagens em outros conteúdos é possível, mas muito difícil sem se usar de gambiarras ou tratar somente superficialmente sobre o tópico, como vemos em muitas notícias e reportagens sobre o tema na mídia.

O conteúdo é considerado interessante pois remete a grandes feitos da humanidade no setor espacial, como a ida homem à Lua e a exploração do espaço profundo, feitos do século passado, ainda não superados. Além disso, é possível abordar com os estudantes do ensino básico questões sobre o universo em que vivemos, desde as primeiras teorias dos filósofos gregos, até concepções modernas, como as de Albert Einstein.

VII. ABORDAGEM DOS ASPECTOS HISTÓRICOS

Para os conteúdos de Cinemática e Dinâmica, abordados no começo do ano letivo pelo professor regente, existem diversos experimentos disponíveis nos laboratórios de Física da instituição com possibilidade de visualização prática de quase todos os conteúdos no currículo. Mas, para o estudo das Leis de Kepler e da Lei da Gravitação Universal de Newton não há experimentos específicos que demonstrem estes conceitos, sendo necessário trabalhar os mesmos de forma abstrata. Existem telescópios que permitem a visualização noturna de astros do sistema solar, estrelas e outras formações no céu, sendo possível observar desde as fases de Vênus até as várias luas de Júpiter.



Figura 1: Observação possível com os instrumentos disponíveis. Júpiter e seus satélites naturais.
Fonte: OMEGON (2019).

As dificuldades de se utilizar estes instrumentos no ensino básico residem no fato de depender de muitos fatores que fogem ao controle do professor, como clima, disponibilidade de participação em aulas noturnas e número de instrumentos insuficiente para permitir a visualização por todos. Além disso, conforme o astro a ser observado, é necessário fazer aulas ao ar livre, em local com pouca iluminação. Outro fator importante é que, embora seja uma atividade recomendada e marcante para os estudantes, a observação do céu ainda mantém uma certa distância entre o conteúdo estudado em aula, principalmente das equações. Afinal, fica impraticável acompanhar um planeta por meses, em sua trajetória, para levantar dados.



Figura 2: Telescópio Celestron CPC 8 do tipo Schmidt-Cassegrain
 Fonte: FERMARKET (2019).

Para a abordagem deste conteúdo em aula, foi elaborado um material com apresentações em slides no computador para serem visualizados com uso de projetor multimídia. Trazendo figuras sobre as concepções sobre cosmologia, desde os primeiros filósofos gregos, como Aristarco de Samos (310 a.C. - 230 a.C.), pioneiro na teoria heliocêntrica, até Albert Einstein (1879 - 1955), com sua concepção de espaço curvo para explicar o movimento dos astros e a gravidade. Esta abordagem é importante, pois utiliza a história para contextualizar o conhecimento estudado e trazer uma perspectiva de como ele se transforma constantemente ao longo do tempo. Deixando, assim, em aberto as possibilidades para o desenvolvimento da Física e afastando o paradigma determinístico que muitos adotam acerca da ciência. Também evidencia o aspecto humano da ciência localizando os indivíduos que fizeram e fazem ciência no tempo e no espaço, realçando como estas condições levaram à suas descobertas.

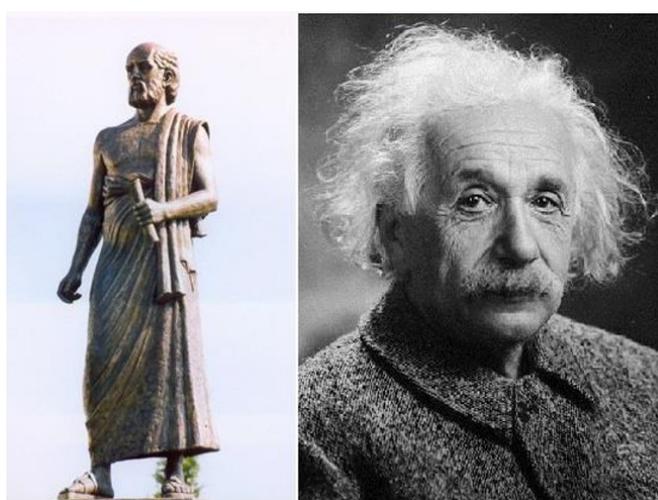


Figura 3: Aristarco de Samos, astrônomo e matemático grego do séc. III a.C. e Albert Einstein, físico teórico do séc. XX, do sistema heliocêntrico à teoria da relatividade geral.//Fonte: Adaptado de WIKIMEDIA COMMONS (2005, 2014).

Para introduzir o conteúdo das Leis de Kepler foi perguntado aos alunos como eles pensavam que se davam as estações do ano, por que uma parte do ano é mais quente, etc. E isto gerou uma discussão com alunos expondo diferentes pontos de vista sobre o fato. Alguns disseram que era porque a Terra está mais perto do Sol no verão e no inverno mais afastada. Outros responderam que Terra fica na mesma distância, o que muda é a inclinação relativa da terra com seu eixo de rotação. A segunda se aproxima mais do modelo aceito e a primeira resposta, por alguns alunos, revelou uma concepção alternativa de senso comum.

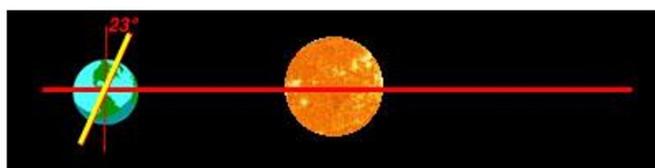


Figura 4: Representação da Terra e do Sol. O que causa as estações do ano?
Fonte: BAUER (1999).

De onde vem a concepção alternativa de que a Terra fica mais longe do sol no inverno? Talvez da forma como é ensinado sobre o movimento planetário no ensino fundamental, ou somente pela indução simples que se o Sol é que fornece o calor, então, se está mais frio, ele deve estar mais distante.

O que se pode observar é que a representação das órbitas dos planetas muitas vezes é representada de forma exagerada pelo material didático e, sem muita discussão do tema, pode-se ficar com uma impressão errada sobre o conteúdo (CANALLE, 2003).



Figura 5: Movimento do planeta Marte com o observado da Terra ao longo dos meses que se mostra visível.
Como explicar esse comportamento?
Fonte: SCIENCE AT YOUR DOORSTEP (2019).

Seguindo com o assunto da órbita da Terra, introduz-se uma comparação com os outros planetas, conforme o movimento que pode ser observado no céu a olho nu, e que conclusões podemos chegar. Foi retomado um dos personagens comentados na parte histórica, onde temos Johannes Kepler (1571-1630) tentando encontrar um modelo para as órbitas dos planetas observáveis utilizando o sistema heliocêntrico. Conforme a história, Kepler tentou diversas formas geométricas, partindo das órbitas circulares, como propostas pelos gregos, até chegar na forma elíptica, com o Sol não no centro, mas em um dos focos. Esta forma

e disposição lhe pareceram estranhas, mas era a que melhor se encaixava com as precisas observações feitas por outro importante pesquisador, Tycho Brahe (1546-1601).

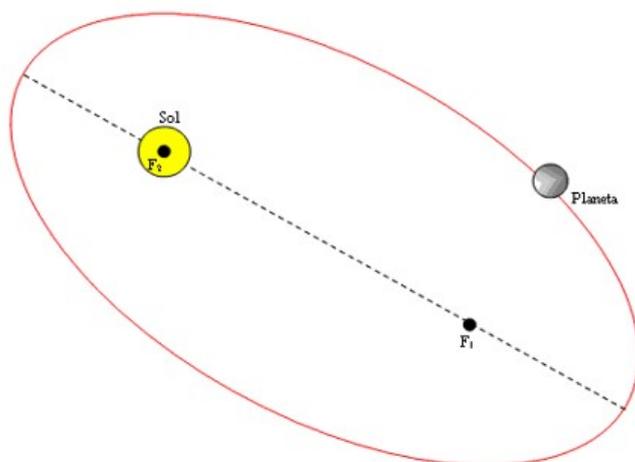


Figura 6: Movimento de um planeta em uma trajetória elíptica. Observe o Sol em um dos focos.
Fonte: SÓ FÍSICA (2019).

VIII. ABORDAGEM DAS LEIS DE KEPLER PARA O MOVIMENTO PLANETÁRIO



Figura 7: Explicação sobre as Leis de Kepler.
Fonte: O autor (2019).

Com um modelo que se encaixava muito bem no observado passa-se às outras contribuições de Kepler para a descrição do movimento planetário. Notável seu trabalho sobre a relação do período (ano) com a distância média do planeta ao Sol (raio médio ou semieixo maior da elipse), bem como sua outra constatação importante que diz que: Uma linha unindo um planeta ao Sol varre áreas iguais em períodos de tempo iguais. Esta constatação é importante, pois podemos relacioná-la com as posteriores leis desenvolvidas por Isaac Newton (1643 - 1727), sendo que dela deriva que o planeta tem velocidades diferentes ao longo da trajetória. O próprio Kepler deduziu que deveria ter uma razão para isto, mas não chegou a satisfatoriamente encontrá-la.

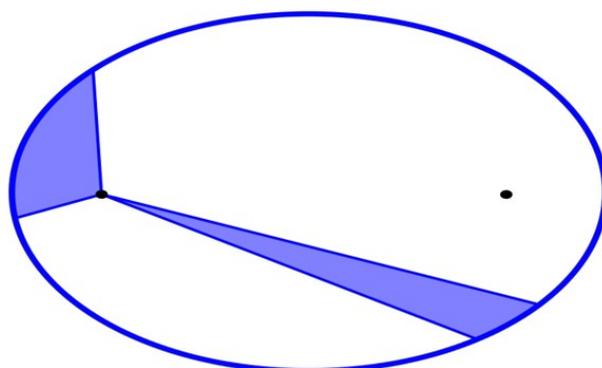


Figura 8: Representação da Segunda Lei de Kepler: Lei das Áreas. Dois segmentos diferentes, porém, percorridos no mesmo intervalo de tempo.

Fonte: WIKIMEDIA COMMONS (2007).



Figura 9: Imagem da nave Soyuz TMA 7, com astronautas a acoplando na ISS. É possível relacionar a terceira lei com evento ocorrido na mesma semana da aula.

Fonte: WIKIMEDIA COMMONS (2005b)

Para contextualizar a terceira lei, podemos utilizar o exemplo das missões espaciais atuais feitas pela NASA e outras agências espaciais. Em um exemplo, a nave Soyuz que tem massa de aproximadamente 7.000 kg (7 toneladas) acopla com a estação espacial internacional (EEI) que tem 420 toneladas. Mesmo com uma grande diferença de massa, elas podem ficar horas orbitando a Terra na mesma posição relativa, permitindo uma precisa aproximação, evidenciando que a massa não interfere na órbita ou na velocidade, uma vez que o período de translação depende somente do raio. Na semana em que foi preparada esta aula, ocorreu um episódio incomum na missão de abastecimento da EEI: a nave Soyuz MS 14 não pode se acoplar assim que chegou, devido a erros no sistema automático que estava em testes e o procedimento teve de ser abortado. Três dias depois, foi feita nova tentativa e durante os preparativos as naves permaneceram próximas, por dezenas de voltas, ao redor da Terra (CAVOK, 2019).

Outro tópico atual que pôde ser discutido em aula foi a publicação da primeira foto de um buraco negro criada com dados captados do centro da galáxia M87. O buraco negro supermassivo, denominado M87*, não é visível no espectro da luz visível e não pode ser

observado diretamente como outras estrelas na mesma região. A razão para isso é porque ele não emite luz e ainda prende toda a luz passa por ele ficando virtualmente invisível, mesmo para os mais poderosos instrumentos. Este objeto é semelhante ao Sagittarius A*, no centro de nossa galáxia. Para detectá-lo, os astrônomos lançaram mão das confiáveis e universalmente válidas leis de Kepler. Monitorando o comportamento das estrelas próximas do centro da Via Láctea foi possível perceber que elas orbitavam algo que não se via, mas exercia uma forte ação sobre as diversas estrelas nessa região.

Foi perguntado aos alunos se eles tinham conhecimento desta notícia e muitos reconheceram o tópico, principalmente porque foi assunto comum durante algum tempo na mídia. Foi possível perceber que muitos gostaram do tópico e ficaram interessados durante a explicação, apesar de já ser o final da aula.

Foi explicado que as pesquisas começaram a bastante tempo atrás, com dados desde a década de 90, até a recente publicação da famosa foto.

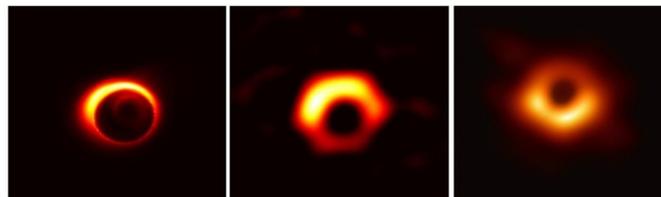


Figura 10: À esquerda e ao centro, modelos previstos pelos cientistas para um buraco negro. Ao lado, imagem criada com dados do centro da galáxia M87
Fonte: Adaptado de ESO (2017) e ESO (2019)

Para saber onde os cientistas deveriam apontar os instrumentos eles deveriam utilizar entre outros recursos, as leis de Kepler. Sendo que as trajetórias das estrelas orbitando a região são elípticas foi possível prever onde estava o ponto de interesse.

Foi utilizado um vídeo com as imagens de observação real do movimento das estrelas mostradas sequencialmente, evidenciando o movimento elíptico nessa região (WILLIAMS, 2016).

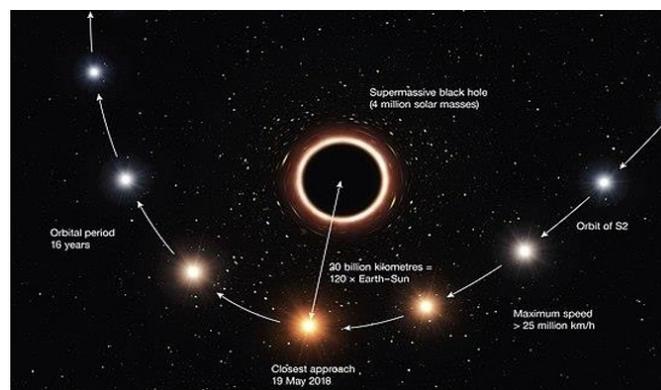


Figura 11: Representação artística do ponto mais próximo que uma estrela observada chega do buraco negro. A estrela S2 leva 16 anos para completar uma órbita.
Fonte: ESO (2018)

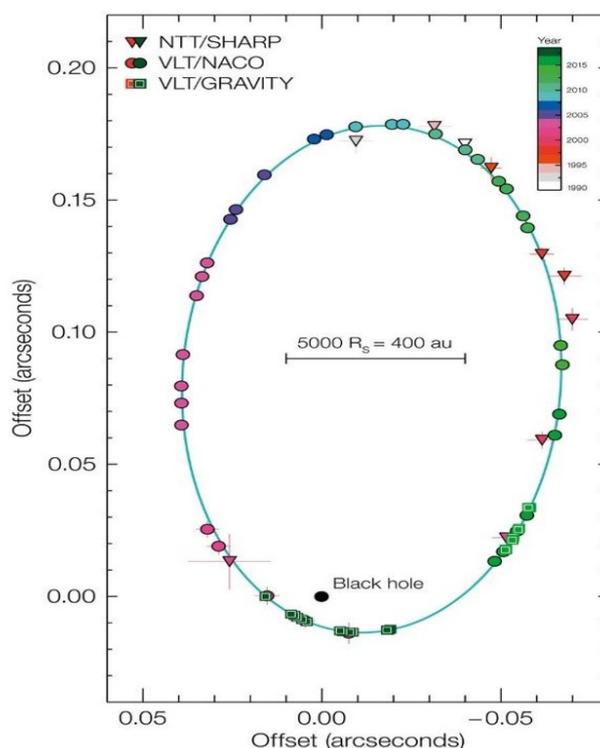


Figura 12: Dados de observação da estrela S2 com o período de acompanhamento na escala em cores (de 1990 a 2017).

Fonte: ESO (2018b)

Para identificar o que os estudantes compreenderam sobre o que foi exposto e o que foi discutido, propôs-se a construção de um mapa conceitual pelos alunos para relacionar os principais conceitos envolvidos nas três leis de Kepler. Era esperado que relacionassem itens como órbita do planeta, elipse, período de translação, raio médio, área varrida, constante de Kepler e outros na forma de conceitos interligados por setas e descrição das relações entre os itens. Foi explicado brevemente o que é um mapa conceitual e mostrado um exemplo com outro assunto, pois os alunos informaram que não haviam feito mapas conceituais anteriormente.

Tomando o livro didático como referência e o material apresentado, eles produziram em aula seus mapas conceituais. Também foi pedido que se organizassem em duplas para esta atividade, se assim desejassem, pois este era um momento propício para discussões e troca de ideias entre os alunos de forma mais livre.

Foram produzidos diversos tipos de mapas conceituais, desde alguns mais simples a outros bem criativos e ilustrados. Considera-se para avaliação desta atividade a forma como os alunos expuseram o que foi compreendido, levando em conta que a maioria consultou o livro para transcrever os conceitos, equações e enunciados das leis.

Como atividade adicional ao mapa, foi pedido que construíssem uma elipse conforme foi demonstrado com a ajuda de um aluno no quadro: com uso de uma corda e dois pontos fixos pode-se traçar satisfatoriamente uma elipse que corresponde a forma da órbita dos planetas. A figura ilustra o procedimento.

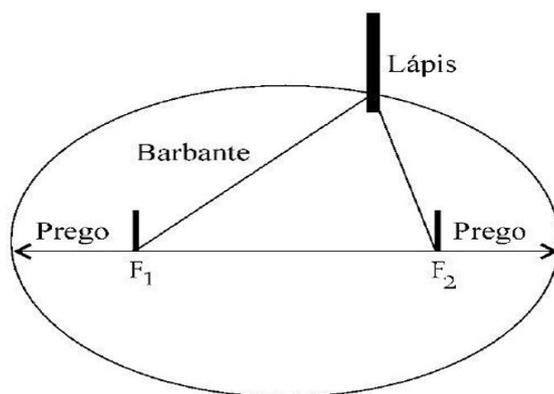


Figura 13: Procedimento para desenhar uma elipse.
Fonte: CANELLE (2003)

A disposição em dupla facilitou o procedimento e incentivou a cooperação entre os alunos para a construção da forma correta. Com o auxílio de um barbante disponibilizado pelo estagiário residente, pediu-se que desenhassem a elipse atrás do mapa conceitual construído.

IX. ABORDAGEM DA LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL DE ISAAC NEWTON E ASPECTOS DE FÍSICA MODERNA

Nas aulas seguintes se passou ao conteúdo de Gravitação propriamente dito, voltando o foco aos trabalhos de Isaac Newton (1643 - 1727) e a sua Lei da Gravitação Universal. Novamente foi abordado o aspecto histórico de seu trabalho, além de outras contribuições que o cientista proporcionou à Física, demonstrando-se que o seu trabalho, mesmo sendo totalmente inovador e revolucionário para a época, foi um desdobramento do avanço científico e os responsáveis se espalham ao longo dos séculos.

Dentre os feitos de Newton mencionados, estão a invenção do Cálculo Diferencial e Integral, de extrema importância para a Física e Engenharia bem como diversas áreas do conhecimento, seus estudos em óptica, culminando no desenvolvimento do telescópio de reflexão datando da época em que foi eleito membro da Royal Society em 1672, até sua presença como membro do Parlamento Britânico de 1687 a 1690. Este ponto é interessante comentar aos alunos, pois um dos fatores que levaram a estudar com afinco Newton durante boa parte do Ensino Médio na Física foi o impacto que ele teve na sociedade da época e a importância de seus estudos.

Mencionar que o trabalho de Newton sobre a Gravitação pretendia mostrar que as forças que agem sobre os corpos fazendo-os cair na Terra são de mesma natureza que as forças que fazem os astros moverem-se sob o céu traz uma contribuição para romper com algumas concepções alternativas como os corpos mais pesados chegam primeiro ao solo pois caem mais rápido. Explicando que semelhante ao movimento dos planetas, cujas massas de diferentes valores não interferem no período (e, portanto, na velocidade) de translação, os corpos de diferentes massas estão sujeitos a mesma aceleração gravitacional na superfície da Terra e, portanto, devem cair com a mesma variação de velocidade. Esta abordagem segue

uma linha racionalista, pois parte-se do modelo idealizado por Newton para propor leis que funcionam tanto no céu, quanto na Terra, servindo o experimento como mera confirmação do que foi proposto pelo modelo.

Entretanto, foi deixado claro que o avanço de Newton também abriu caminho para outras questões mais complexas. Por exemplo, ele explicou como a gravidade atua sobre os corpos, mas o que é a gravidade, em essência, ainda estava por ser estudado. Neste ponto, surge uma oportunidade de inserir a Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino, como é indicado pelos documentos legais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), os quais indicam a FMC como um dos elementos necessários para que o indivíduo possa se posicionar de forma crítica e atuante na sociedade moderna (BUSATTO *et al*, 2018). No início do século XX, Albert Einstein (1879 - 1955) desenvolveu sua teoria sobre a gravidade, aprofundando-se um pouco na natureza do fenômeno de atração entre os corpos, propondo uma nova concepção para espaço e até novas considerações sobre a passagem do tempo.

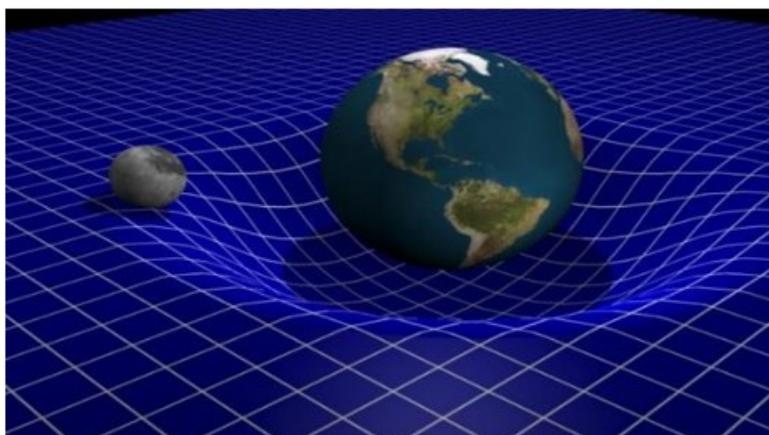


Figura 14: *Concepção moderna de como representar a influência entre os corpos no espaço.*
Fonte: JACOBITA (2015)

É importante inserir tópicos de FMC sempre que possível pois, em contraste com o desenvolvimento tecnológico atual, ainda estamos focando no ensino da Física Clássica desenvolvida há mais de três séculos e deixando de lado a teoria mais atual, vigente desde o século passado. Entende-se que a Física newtoniana é fundamental para a compreensão do desenvolvimento da Física como ciência e, inclusive, é de uso constante nas atividades espaciais modernas e, portanto, jamais deve ser vista superficialmente, e não deve ser a única concepção apresentada aos alunos.

Também é importante ressaltar aqui, que este assunto é de constante debate no meio acadêmico e nas elaborações das atuais políticas educacionais brasileiras: até que ponto é relevante a inserção da FMC e da Histórica da Ciência? Para exemplificar, Mozena *et al* (2016), em sua análise crítica da versão da BNCC analisada pelos autores, comentam que a retirada da ênfase no estudo da Física Moderna e o uso da História da Ciência representa um aspecto negativo por manter o currículo tradicional em detrimento do desenvolvimento e desfavorecer classes sociais mais vulneráveis.

A partir deste momento, passou-se a apresentar as relações matemáticas relativas a estes conceitos.

Lei da Gravitação Universal de Newton:

$$F_g = \frac{G \cdot M \cdot m}{d} \quad (1)$$

Onde F representa a força de interação gravitacional entre os corpos, m e M as massas dos respectivos corpos e r a distância entre eles. G é uma constante gravitacional válida para todos os corpos:

$$G \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \quad (2)$$

Em unidades do Sistema Internacional (SI) teremos a força em N (Newtons), se utilizamos a massa em kg (quilogramas) e a distância em m (metros). Esta equação representa a forma analítica da definição da Lei da Gravitação e deve ser desmitificada para evitar que se assuste os alunos com uma fórmula que relaciona quatro grandezas e uma constante e lida com valores ou muito grandes, como para exemplos com planetas, ou muito pequenos como quando calcula-se a atração gravitacional entre duas pessoas. Necessita-se que o aluno tenha conhecimentos de notação científica para simplificar os cálculos, representando as medidas em potência de 10, e isto deve ser trabalhado se identificada a necessidade.

Foi tratado, também, como as considerações de Newton trouxeram novas possibilidades de interpretações de fenômenos até então sem explicações razoáveis, como para os cometas. Tratou-se de mostrar as diversas formas de cônicas que podem ser obtidas com as suposições de Newton, sendo que os cálculos levaram a deduções de formas além da confirmada por Kepler anteriormente. Com isso, foi inserido no leque de trajetórias possíveis as parábolas e as hipérbolas, além da forma circular que já era um caso particular da elíptica. Foi mostrada a figura para uma boa interpretação.

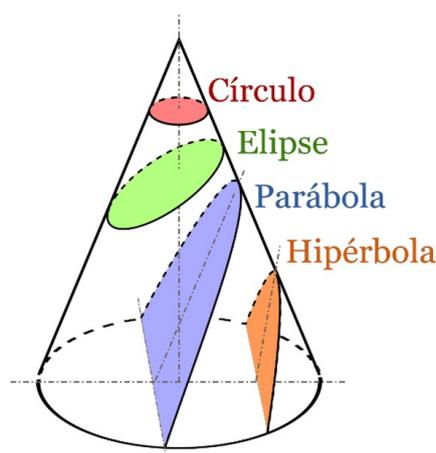


Figura 15: Representação geométrica das cônicas, relacionando com as formas de órbitas possíveis.

Fonte: WIKIMEDIA COMMONS (2008).

Este assunto se relaciona com a disciplina de Matemática na parte de Geometria Espacial, tópico também visto superficialmente, considerando sua complexidade, e focando nos

aspectos analíticos das equações que geram estas formas. Desta forma, também se traz uma contextualização com aplicações destas formas geométricas.

Como forma de avaliação deste conteúdo, foi proposto a realização de exercícios do livro didático, pois ele tinha questões conceituais e problemas com cálculos de aplicações específicas sobre gravitação. Na aula posterior, os alunos entregaram as questões resolvidas revelando algumas dificuldades, principalmente na parte matemática, para resolução dos problemas. Inclusive, alguns que não conseguiram compreender o que o exercício pedia em termos da aplicação da lei da gravitação. Foi utilizado um espaço da aula para demonstração no quadro para a resolução de alguns exercícios.

X. ABORDAGEM SOBRE A ENERGIA MECÂNICA E TRABALHO

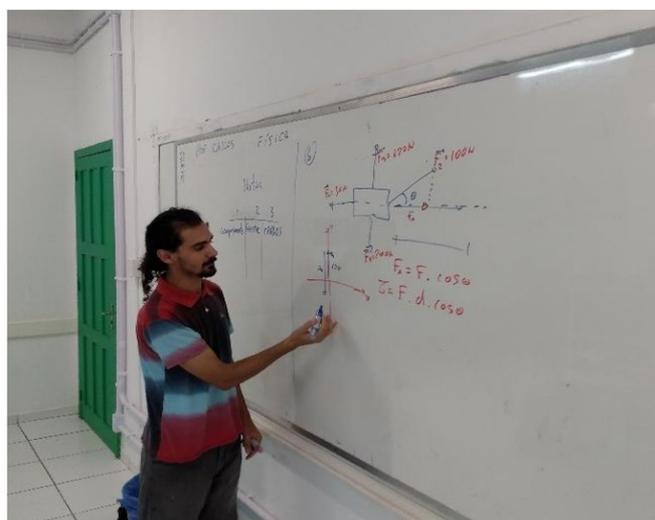


Figura 16: *Aplicação matemática do conteúdo.*
Fonte: O autor (2019).

Para dar sequência ao conteúdo, foi passado ao tema sobre Energia Mecânica, explicando que esta é mais uma forma que a energia pode se manifestar e, com isso, introduzir conceitos como conservação geral da energia e transferência de energia até chegar em uma definição que a relacione com o conceito de trabalho.

Durante a aula anterior, onde foi feito um auxílio para a resolução dos problemas sobre gravitação, os alunos estavam em meio a preparação para a Feira de Ciências que ocorre na Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão (SEPE) na instituição, e foi dado espaço para que pudessem terminar e preparar seus trabalhos. Com isso, a programação que tinha sido feita para esta aula não se concretizou e foi pedido um resumo sobre a introdução do capítulo 10 do livro didático, que dava os conceitos iniciais para o entendimento do conteúdo.

Foi retomado o que foi estudado até o momento, com o movimento planetário e a lei da gravitação, e feito uma ligação com este aparentemente novo conteúdo. Mostrou-se que, na verdade, este é apenas mais um desdobramento dos conteúdos estudados e que podemos agora estudar mais profundamente fenômenos de aspectos mais práticos, como a energia

relacionada à velocidade de um objeto, ou a energia potencial que possui quando suspenso a determinada altura.

X.1. OFICINA SOBRE MOVIMENTO PLANETÁRIO COM USO DE SIMULAÇÃO NO ARDUINO

Para a exploração dos conceitos estudados no decorrer das aulas foi desenvolvida uma oficina pedagógica e, como forma introduzir o uso de tecnologias no ensino, utilizou-se da plataforma Arduino. Propôs-se o desenvolvimento de uma atividade que permitisse uma interação prática e significativa de parte do conteúdo sendo estudado.

XI. A PLATAFORMA ARDUINO

Criada em meados de 2005, o sistema se caracteriza por ser compacto e autossuficiente para aplicações de baixa complexidade.

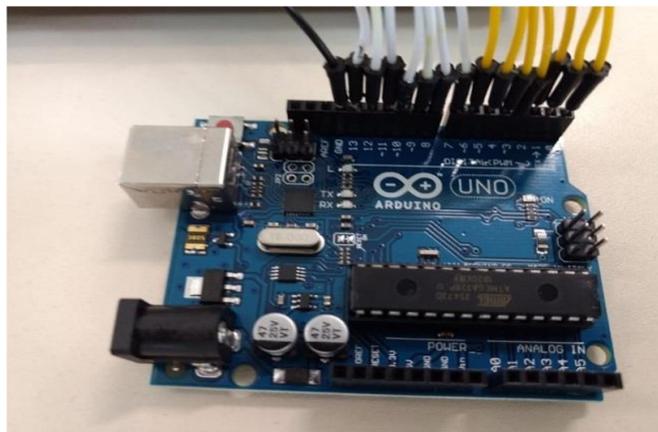


Figura 17: Placa controladora Arduino.
Fonte: O autor.

Dispondo de entradas e saídas digitais programáveis, é possível acionar uma gama de equipamentos, sensores e atuadores para diversas aplicações. Para a nossa aplicação foram utilizadas 8 das 14 portas digitais disponíveis, que foram configuradas como saídas para o acendimento dos LEDs. Conforme o padrão digital, as saídas têm tensão elétrica de 5V quando no estado acionado e, portanto, suficientes para prover energia para ligar diretamente um LED cada uma, sendo a corrente limitada por resistor de 220ω .

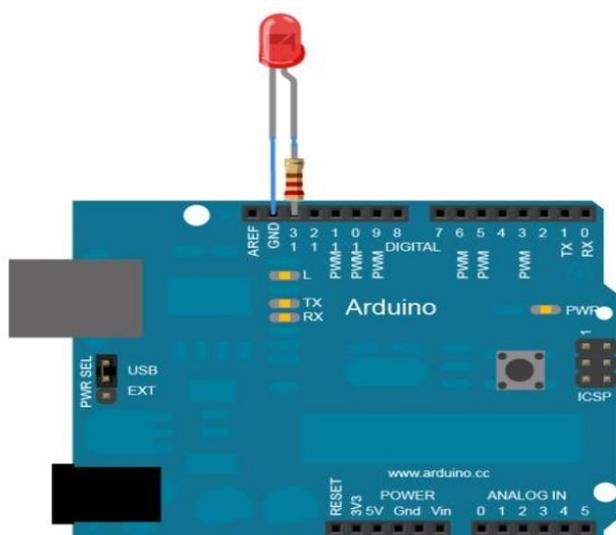


Figura 18: Exemplo de circuito para ligar um LED com resistor de 220ω .
Fonte: ARDUINO (2019).

A plataforma, por ser de código aberto e amplamente utilizada por entusiastas mundialmente, não oferece muitas dificuldades de utilização pois, mesmo para o usuário inexperiente, existem muitas informações, tutoriais e materiais prontos para serem utilizados gratuitamente na Internet. Quanto à parte eletrônica, dependendo da montagem desejada exige muito pouco conhecimento técnico e, no nosso caso, a plataforma requer apenas uma instrução básica sobre o uso do LED e do resistor como limitador de corrente.

Cada montagem foi elaborada com uma placa controladora Arduino, 8 (oito) LEDs, uma placa de prototipagem protoboard, oito resistores, um cabo de alimentação USB ou fonte de alimentação e fios para conexão entre os componentes. A programação foi feita pelo residente e foi preparada previamente a aplicação da oficina.

Foram montados painéis de madeira com LEDs fixados conforme trajetórias específicas de astros fictícios na forma de elipse.

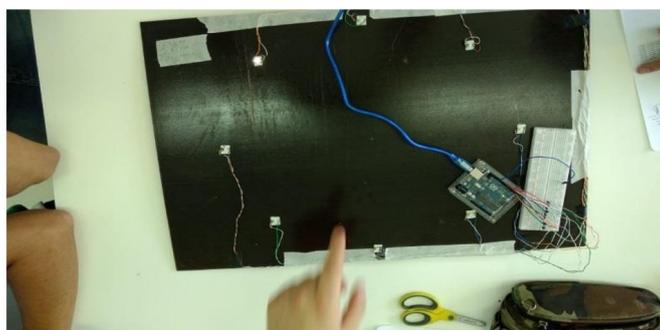


Figura 19: Montagem com os LEDs na forma elíptica.
Fonte: O autor (2019).

Com os tempos programados para acender os LEDs correspondentes a cada posição, ao conectar o experimento em uma fonte de energia (computador com USB ou fonte de 9V) o

sistema começava a ligar os LEDs sequencialmente conforme o movimento de um astro com as configurações da elipse projetada.



Figura 20: Fontes de alimentação para dispensar o uso do computador.
Fonte: O autor (2019).

XII. SIMULAÇÃO E TOMADA DOS DADOS

Para a utilização segura do equipamento, foi necessária uma explicação prévia ao contato dos alunos com as montagens para que não manuseassem o equipamento sem os devidos cuidados. Tratando-se de circuitos de baixa tensão, da ordem de 10V, não houve necessidade de proteção contra choques elétricos nem dispositivos de proteção, mas em toda montagem elétrica ou eletrônica é bom ter cuidado para evitar curtos-circuitos e conexões indevidas, que podem danificar os equipamentos.



Figura 21: Introdução sobre o uso da tecnologia e suas capacidades.
Fonte: O autor (2019).

Com a simulação em mãos e dispostos em grupos, os estudantes passaram a observar alguns detalhes da montagem para obterem uma noção inicial sobre o funcionamento e fazer as conexões básicas dos respectivos LEDs nas saídas correspondentes. Houve dificuldades

para identificação dos locais onde deveriam conectar os fios, pois alguns não estavam numerados e isto complicou desnecessariamente o procedimento.



Figura 22: Alunos preparando o Arduino para simulação.
Fonte: O autor (2019).

Com o circuito montado pode-se partir para a simulação propriamente dita. Com o uso do celular foi possível registrar os tempos do momento do acendimento para cada LED, registrando no aplicativo cronômetro e preencher uma tabela disponibilizada com o roteiro.



Figura 23: Órbita quase circular correspondente a órbita da Terra ao redor do sol.
Fonte: O autor (2019).

O roteiro simplificado e com questões simples e abertas se propôs a dar mais liberdade para o trabalho dos alunos, mas acabou deixando a maioria apreensivos, pois sempre levantavam questões sobre o que era para fazer e demonstravam medo de não estar fazendo corretamente. Foi explicado que o importante era identificar os conceitos estudados sobre as Leis de Kepler presentes nos experimentos. Pedia-se para identificar a forma como o planeta se comporta quanto a velocidade ao longo da trajetória: uma relação direta com a Segunda

Lei de Kepler que permite identificar onde o planeta possui maior velocidade e onde possui menor velocidade, fato que podia ser facilmente observado na sequência de acendimento dos LEDs da simulação. Também, indiretamente, era necessário compreender a Primeira Lei de Kepler para identificar na forma da elipse de onde se referenciava o movimento, no caso o posicionamento do sol em um dos focos. Isto foi explicado em um desenho no quadro para compreensão de todos.

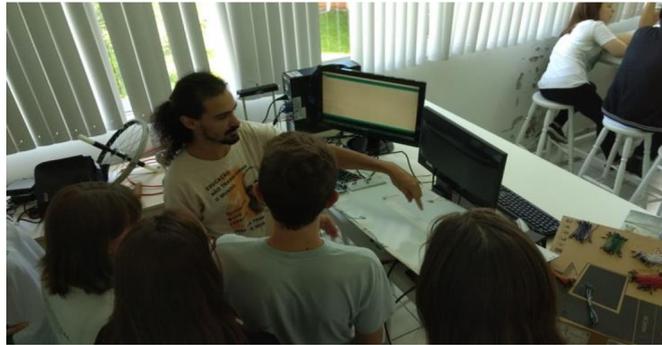


Figura 24: Explicação sobre a programação da simulação no Arduino.
Fonte: O autor (2019).

Para abordar um tratamento matemático à atividade pediu-se para calcular uma constante conforme a Terceira Lei de Kepler, segundo a equação:

$$\frac{T^2}{R^3} = K \quad (3)$$

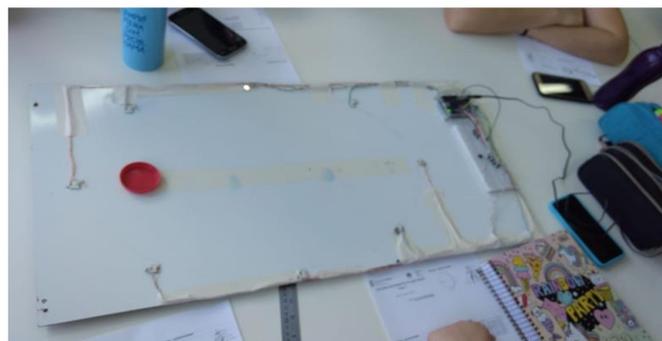


Figura 25: Na imagem, o primeiro LED (parte superior) aceso, indicando o ponto inicial para medir o período.
Fonte: O autor (2019).

Para isto era necessário, dispendo dos dados da tabela criada, tomar o valor do período (uma volta completa) da órbita do planeta e medir o raio-médio conforme a escala indicada no experimento. No quadro, também foi indicado como fazer o procedimento, além disso o material continha uma figura para auxiliar:

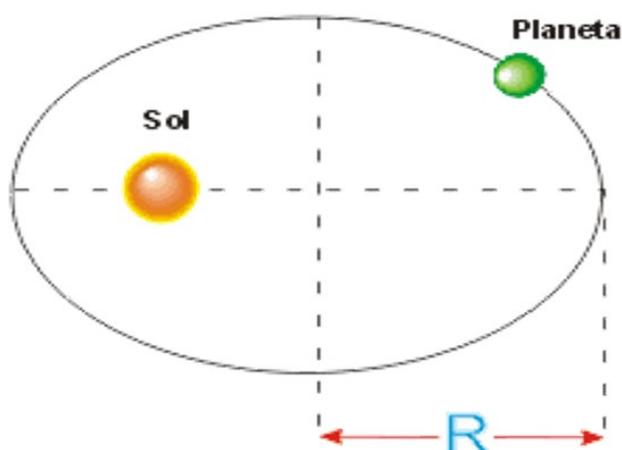


Figura 26: Representação do raio-médio, que é o semieixo maior da elipse.
Fonte: EDUCABRAS (2018).

Foi enfatizado a conveniência de se utilizar as unidades que comumente os astrônomos lançam mão: as medidas de distância em Unidades Astronômicas (UA) e o tempo em anos terrestres. A primeira corresponde a distância média da Terra ao Sol e equivale a aproximadamente 149.000.000 km, e a segunda pode ser considerada como os 365 dias de translação da Terra. Com uma constante mais simplificada é mais fácil calcular os dados de outros planetas, conforme observado por uma aluna, que se interessou em confirmar a órbita de Urano que, segundo a mesma, deveria ficar perto de 19 vezes a distância da Terra ao Sol. Usando a calculadora, rapidamente calculamos o período de translação do planeta Urano, condizendo com os valores oficiais.

Outra questão requeria as medidas das áreas formadas pelo deslocamento da linha que liga o planeta ao Sol em dois trechos diferentes, para estabelecer uma relação entre elas.

O procedimento é o seguinte: mede-se a o tempo entre dois pontos sequenciais em um dos extremos da elipse de preferência (dado já tomado em tabela). Em seguida, toma-se a área formada por este deslocamento partindo do foco onde se localiza o sol. Como na figura que constava no roteiro:

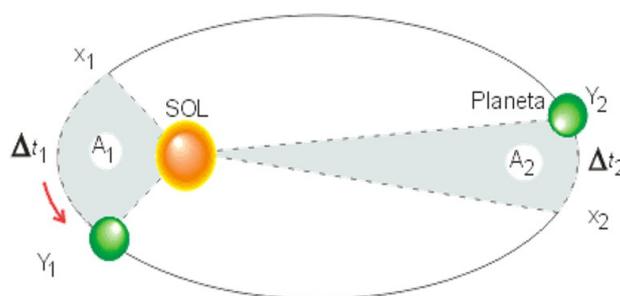


Figura 27: Segunda Lei de Kepler.
Fonte: EDUCABRAS (2018).

Para simplificar o procedimento, foi instruído para que considerassem as áreas percorridas (segmentos em cinza na figura) como triângulos que deveriam ser calculados com a

seguinte relação:

$$A = \frac{b \cdot h}{2} \quad (4)$$

Onde b é o comprimento da base do triângulo e h a altura perpendicular desde a base.

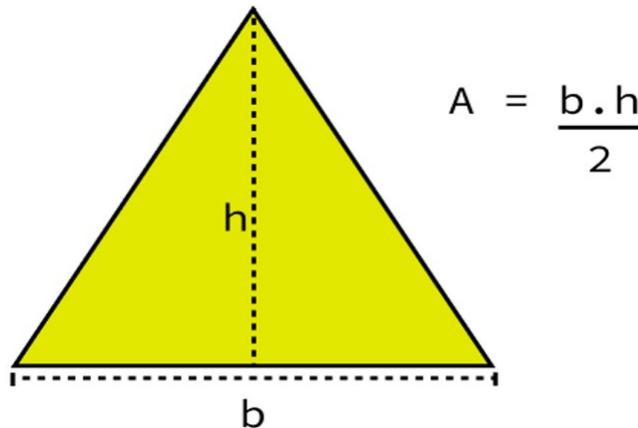


Figura 28: Relação geométrica para cálculo da área do triângulo.
Fonte: MATEMÁTICA BÁSICA (2019).

Para se chegar a uma relação relevante é necessário observar que, comparando os dados de dois segmentos diferentes (uma relação de cada extremo por exemplo), os tempos maiores condizem com áreas percorridas maiores e vice-versa. Esta atividade revelou dificuldades dos alunos por necessitar de passos intermediários, pois é muito fácil se desvincular do objetivo proposto na questão, logo declaravam que não estavam mais entendendo. Buscou-se retomar que o necessário era comparar os tempos em cada trecho e comparar com as respectivas áreas, o que ficou facilitado por ter o experimento em mãos, que permitiu rápida visualização e conferência.

Outra questão se tratava de situar o observado em relação as velocidades no periélio e no afélio em números, para se ter uma comparação matemática em relação a magnitude das velocidades médias entre dois pontos em cada extremo. Esta relação também remete a Segunda Lei de Kepler e pode ser utilizada para comentar sobre a relação da energia potencial e energia cinética no ponto mais próximo entre os astros (periélio) e no ponto mais afastado (afélio). É possível relacionar com o conceito de conservação da energia mecânica, pois no ponto mais afastado a energia mecânica é igual à do ponto mais próximo. O que muda é que parte da energia é potencial e parte cinética. Como a cinética aumenta no periélio, a potencial é menor; no ponto mais afastado a velocidade baixa remete a uma menor energia cinética, mas a potencial gravitacional, ligada à distância, é maior.

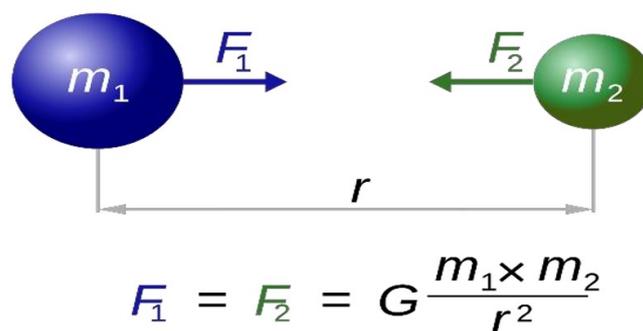


Figura 29: Esquema para compreensão e cálculo da força entre os corpos.

Fonte: WIKIPÉDIA (2008b).

O último item pedia justamente para fazer o cálculo da força de atração no periélio e no afélio, na tentativa de evidenciar as causas do movimento observado. Pedia-se para escolher algum planeta do sistema solar para utilizar sua massa como dado e, no foco da elipse, a massa do Sol. Isso para concluir que faz sentido o planeta ter uma velocidade maior próximo ao Sol, já que a força maior causa uma aceleração mais acentuada.

Estas duas últimas questões ficaram para serem resolvidas e entregues após a oficina, pois estas atividades se mostraram desafiadoras para os grupos e eles precisaram de mais tempo para resolvê-las.

XIII. CONSIDERAÇÕES

A criação e aplicação de atividades diferenciadas demanda tempo e habilidades. Além disso, se estas condições não forem propícias, o desafio torna-se demasiado exaustivo, podendo fazer com que os professores, na atuação docente, deixem de buscar estes diferenciais, já que é necessário estrutura e contínuo aprimoramento para acompanhar as inovações e mudanças sociais que demandam alterações no ensino. A realidade da profissão mostra-se desafiadora, mas com atividades como esta, realizadas no âmbito da Residência Pedagógica, bem como em programas como PIBID e no estágio supervisionado, pode-se obter uma melhor preparação para uma atuação docente mais segura e promissora para os futuros profissionais.

As atividades foram muito proveitosas e mostraram as possibilidades para diversificar os instrumentos que podem ser elaborados pelo próprio professor para tornar as aulas atrativas para os estudantes e efetivamente proporcionar um aprendizado significativo. Ficou claro que, quando desafiados com problemas, os estudantes se propõem a resolvê-los e, mesmo quando não estão muito dispostos, a apresentação de um método novo traz um interesse importante para o processo de ensino-aprendizagem.

A oficina auxiliou no entendimento dos alunos quanto ao conteúdo, sendo que estavam tendo algumas dificuldades na disciplina, como pode ser verificado pelas avaliações anteriores, trazendo interesse em realizar a atividade proposta e apresentando resultados satisfatórios, com boas notas ao final. Segundo os estudantes, a observação do fenômeno trouxe maior significado para o que eles já haviam estudado e levantou novas questões, que puderam ser discutidas com o estagiário residente.

As atividades desenvolvidas pelo residente serviram de experiência para a elaboração de outras oficinas, pois grande parte do processo de pesquisa e ambientação com a plataforma Arduino já foi ultrapassado pelo residente por conta destas atividades. Por exemplo, para atividades com uso de simulação do movimento, tendo em vista o aspecto cinemático, o código produzido pode ser facilmente adaptado para o estudo de movimentos circulares, parabólicos, elípticos, entre outros.

Para outras atividades que exijam a aquisição e apresentação de dados, foi planejado o uso de sensores e de *display* ligados ao Arduino, bem como o uso do computador que pode ser ligado ao mesmo durante as experiências, permitindo a visualização dos dados obtidos e possibilitando ao aluno interagir com o processo estudado, tornando-se praticamente um pesquisador e menos expectador.

O conteúdo de cinemática foi apresentado com o uso de instrumentos e demonstrações que modificaram a dinâmica de ensino. Houve disposição por parte dos alunos à execução do proposto e o interesse demonstrado pela avaliação trouxe resultados positivos.

Verificou-se também que, apesar da complexidade do trabalho com uma tecnologia que requer um conhecimento técnico, a versatilidade de aplicações e a grande variedade de material disponível publicamente trazem o desenvolvimento de diversas atividades ao alcance dos futuros docentes com baixo custo, quando comparado com equipamentos profissionais.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, José Pinho. *Atividades experimentais: do método à prática Construtivista*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/123909/mod_resource/content/0/tese_-_capitulo_1_historico_dos_projetos.pdf>. Acesso em: 21, nov 2018.

ARDUINO. *Blink*. 2019. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/tutorial/blink>>. Acesso em: 1, ago 2019.

AUER, W. Applet: Seasons. 1999. Disponível em: <<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/seasons/cd190b.htm>>. Acesso em: 1, ago 2019.

BUSATTO, Cassiano Zolet. SILVA, Júpiter Cirilio da Roza. PANSERA, Neclito Junior *et al.*

O Ensino De Física Moderna E Contemporânea Na Educação Básica: Conteúdos Trabalhados Pelos Docentes. *Revista CIATEC UPF*, vol.10 (1), p.p.104-115, 2018. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/ciatec/article/viewFile/8388/114114176>>. Acesso em: 01, ago 2019.

CANALLE, João Batista Garcia. O Problema do Ensino da Órbita da Terra. *Física na Escola*, v. 4, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a06.pdf>>. Acesso em: 01, ago 2019.

CAVOK BRASIL. *ESPAÇO: Soyuz não conseguiu atracar na Estação Espacial*. 2019. Disponível em: <<https://www.cavok.com.br/blog/espaco-soyuz-nao-conseguiu-atracar-na-estacao-espacial/>>. Acesso em: 01, ago 2019.

COELHO, Marco Antônio; DUTRA, Lenise Ribeiro. Behaviorismo, cognitivismo construtivismo: confronto entre teorias remotas com a teoria conectivista. *Caderno de Educação*, ano 20 - n. 49, v.1, 2018 - p. 51 a 76. Disponível em: <revista.uemg.br/index.php/cadernodeeducacao/article/download/2791/1529> . Acesso em: 1, jul 2019.

EDUCABRAS. *Gravitação Universal*. 2018. Disponível em: <https://www.educabras.com/vestibular/materia/fisica/mecanica_cinematica/aulas/gravitacao_universal>. Acesso em: 01 ago 2019.

ESO. European Southern Observatory. *Concepção artística da estrela S2 passando perto do buraco negro supermassivo situado no centro da Via Láctea (anotada)*. ESO/M. Kornmesser. 2018. Disponível em: <<https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1825b/>>. Acesso em 1, ago 2019.

ESO. European Southern Observatory. *Diagrama da órbita da estrela S2 em torno do buraco negro situado no centro da Via Láctea*. ESO/MPE/GRAVITY Collaboration. 2018b. Disponível em: <<https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1825c/>>. Acesso em 1, ago 2019.

ESO. European Southern Observatory. *Primeira imagem de um buraco negro*. 2019. Disponível em: <<https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1907a/>>. Acesso em 1, ago 2019.

ESO. European Southern Observatory. *Taking the First Picture of a Black Hole*. 2017. Disponível em: <<https://www.eso.org/public/brazil/outreach/first-picture-of-a-black-hole/blog/>>. Acesso em 1, ago 2019.

IMAGEM. *Telescopio Schmidt Cassegrain CPC 8" Celestron*. Disponível em: <<https://www.telescopifermarket.com/prodotto/telescopio-schmidt-cassegrain-cpc-8-celestron/>>. Acesso em: 01, ago 2019.

JACOBITA. *100 años con la teoría de la relatividad general*. 2015. Disponível em: <<https://www.jacobita.cl/ciencia/100-anos-con-la-teoria-de-la-relatividad-general>>. Acesso em: 01, ago 2019.

MARTINAZZO, Claodomir Antonio; TRENTIN, Débora Suelen; FERRARI, Douglas; PI-AIA, Matheus Matiasso. *Arduino: Uma Tecnologia no Ensino de Física*. PERSPECTIVA, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, setembro/2014. Disponível em: <www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143_430.pdf>. Acesso em: 04, nov 2019.

MATEMÁTICA BÁSICA. *Área do Triângulo: Veja Como Calcular!*. 2019. Disponível

em: <<https://matematicabasica.net/area-do-triangulo/>>. Acesso em: 20, out 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de Aprendizagem*. 2a ed. São Paulo: EPU, 2011. 242.

MOZENA, Erika Regina. OSTERMANN, Fernanda. Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. Editorial do *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (v.33, no 2, 2016). Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p327/32314>>. Acesso em 1, nov 2019.

OLIVEIRA, M. K.; FERREIRO, E.; CASTORINA, A.; LERNER, D. *PIAGET- VYGOTSKY Novas contribuições para o debate*. 6a ed. São Paulo: Ática, 2010. 175.

OMEGON. *Skywatcher Teleskop N 150/750 Explorer BD EQ3-2*. 2019. Disponível em: <<https://www.omegon.eu/pt/skywatcher-teleskop-n-150-750-explorer-bd-eq3-2/p,15330>>. Acesso em: 11, set 2019.

PIMENTA, Selma G. *Estágio e Docência*. 6a ed. São Paulo: Cortez, 2011. 296.

PINHEIRO, Fernando Krein. *Arduino: Controlando leds pelo teclado*. 2011. Disponível em: <<https://ferpinheiro.wordpress.com/2011/05/18/arduino-controlando-leds-pelo-teclado/>>. Acesso em 22, abr 2019.

SCIENCE AT YOUR DOORSTEP. The Ptolemaic Universe. 2017. Disponível em: <<https://scienceatyourdoorstep.com/2017/09/16/the-ptolemaic-universe/>>. Acesso em: 01, ago 2019.

SÓ FÍSICA. Leis de Kepler. Virtuous Tecnologia da Informação, 2008-2019. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GravitacaoUniversal/lk.php>>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. Albert Einstein Head. 2014. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albert_Einstein_Head.jpg>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. Aristarchos von Samos. 2005a. Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristarchos_von_Samos_\(Denkmal\).jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristarchos_von_Samos_(Denkmal).jpeg)>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. Kepler's second law of planetary motion. 2007. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kepler-second-law.svg>>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. *Secciones cónicas*. 2008. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Secciones_c%C3%B3nicas.svg> . Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. *Soyuz TMA-7 approach*. 2005b. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Soyuz_TMA-7_approach.jpg>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIPÉDIA, 2008. *Newton's law of universal gravitation*. Disponível em: Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NewtonsLawOfUniversalGravitation.svg>>. Acesso em: 02 nov 2019.

WILLIAMS, Matt. A star is about to go 2.5% the speed of light past a black hole. *Universe Today*, 2016. Disponível em: <<https://phys.org/news/2016-06-star-black-hole.html>>. Acesso em 1, ago 2019.
