



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física  
POLO DE PORTO VELHO - RO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR  
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA – NCET  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

O ENSINO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ASTRONOMIA: TRANSIÇÃO,  
OCULTAÇÃO, ECLIPSE E O CASO DE PLUTÃO  
(Produto Educacional)

Antonio Ribeiro Ferreira

PORTO VELHO – RO  
2021



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

POLO DE PORTO VELHO - RO



O ENSINO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ASTRONOMIA: TRANSIÇÃO,  
OCULTAÇÃO, ECLIPSE E O CASO DE PLUTÃO  
(Produto Educacional)

Antonio Ribeiro Ferreira

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Profa. Dra. Anailde Ferreira da Silva

Porto Velho - RO  
2021

O ENSINO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ASTRONOMIA: TRANSIÇÃO,  
OCULTAÇÃO, ECLIPSE E O CASO DE PLUTÃO  
(Produto Educacional)

Antonio Ribeiro Ferreira

Orientadora:  
Profa. Dra. Anilde Ferreira da Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Profa. Dra. Anilde Ferreira da Silva

---

Prof. Dr. Ariel Adorno de Sousa

---

Prof. Dr. Quesle da Silva Martins

Porto Velho – RO  
2021

## Sumário

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 – OS CONCEITOS DE TRANSIÇÃO, OCULTAÇÃO E ECLIPSE ATRAVÉS DE EXPERIMENTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 A construção do experimento através da utilização de impressoras 3D .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 A construção do experimento através da utilização de materiais de baixo custo .....</b>	<b>7</b>
<b>3 – EXPERIMENTO PLUTÃO CARONTE .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 A construção do experimento simulador do sistema Plutão-Caronte através da utilização de impressoras 3D .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Nuances e aspectos reais do material didático: a prática e as proporções.....</b>	<b>15</b>
<b>4 – CONCLUSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

O presente documento tem como objetivo apresentar na íntegra o produto educacional que foi base para a dissertação intitulada “O Ensino de Conceitos Científicos em Astronomia: Transição, Ocultação, Eclipse e o Caso de Plutão”. O material didático que foi utilizado é dividido em duas partes, sendo a primeira delas aquela que permite que se possa desenvolver os conceitos científicos de transição, ocultação e eclipse, enquanto que a segunda tem como objetivo o ensino do conceito de planeta.

No primeiro experimento serão reproduzidos os principais aspectos do experimento de Ole Roemer, que foi imprescindível para a medida da finitude da velocidade da luz. Este material didático também é apresentado em uma versão utilizando materiais de baixo custo, possibilitando a utilização mesmo que uma impressora 3D não esteja disponível para a produção do material didático.

O segundo experimento é mais robusto e construído, aqui, exclusivamente com materiais provenientes da impressão 3D. Nele é possível simular as trajetórias e as proporções dos corpos celestes envolvidos, ou seja, Caronte e Plutão. A funcionalidade do material didático é grande e permite a simulação dos movimentos em torno do centro de massa dos dois corpos.

Este documento apresenta em seu capítulo 2 o material didático necessário para a abordagem dos conceitos relacionados ao experimento de Ole Roemer, onde, na primeira seção é mostrada a visão geral por meio das impressões em 3D. No segundo momento (segunda seção) será apresentada nuances que permitem a elaboração de um esquema didático por parte dos docentes na hora de aplicar o material didático.

No capítulo 3 é observado o material didático para o ensino do conceito de planeta, permitindo, na primeira seção, a visualização dos aspectos gerais

da modelagem, enquanto que na segunda seção será observada a versão real do material didático.

Por fim, o capítulo 4 é dedicado ao Produto Educacional, onde foram ressaltados os pontos positivos nos materiais didáticos. Vale ressaltar que as referências bibliográficas que serviram de base para a construção deste produto educacional estão listadas na seção Referências no final deste documento que, espera-se que possa ser de grande auxílio aos docentes, sejam eles do ensino básico ou do ensino superior.

# OS CONCEITOS DE TRANSIÇÃO, OCULTAÇÃO E ECLIPSE ATRAVÉS DE EXPERIMENTOS

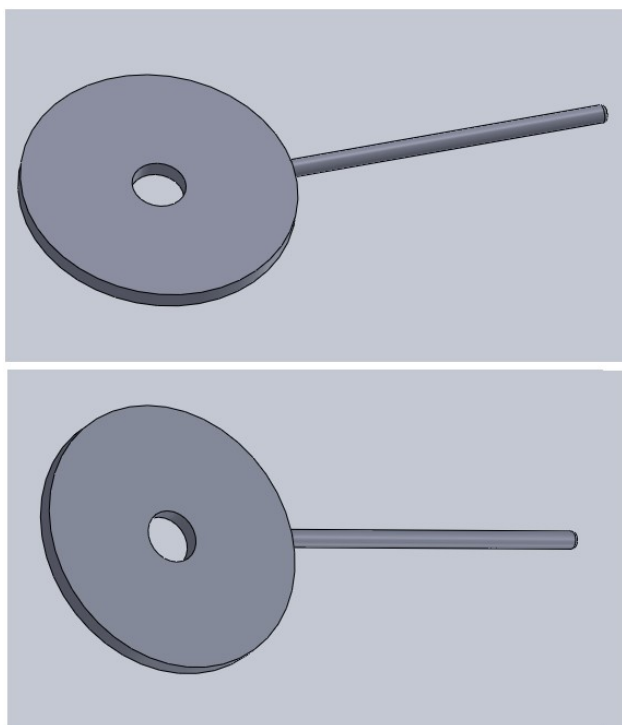
## 2.1 A construção do experimento através da utilização de impressoras 3D

Os dois materiais didáticos desenvolvidos neste trabalho (Experimento de Ole Roemer e Sistema Plutão-Caronte) utilizam um programa para a sua modelagem e desenhos em 3D que permitem que sejam projetados diversos modelos para facilitar o trabalho docente com relação à busca de materiais de baixo custo que se encaixem no perfil daquilo que é solicitado pelo experimento e pela configuração.

Qualquer programa que simule ou que realize modelagens em 3D permite a conexão com uma impressora 3D e, por fim, a impressão transformando o virtual em real. Aqui foi utilizado o software SolidWorks que é de licença paga e necessário para realizar esta tarefa, no entanto outros também podem ser utilizados tais como o Paint 3D. Este último já vem na grande maioria dos pacotes de serviços da Microsoft, diminuindo assim os custos com assinatura de um Software e tornando menos custosa a produção final.

O experimento para o ensino de conceitos científicos de transição, eclipse e ocultação constitui-se de três mecanismos básicos. O primeiro destes é um mecanismo de visada que será utilizado para a simulação dos fenômenos que pretende-se tratar, além de permitir que se tenha uma diminuição do campo de visão dos objetos se assemelhando aos processos de visualização realizados através das lentes dos telescópios. Este mecanismo é composto por um disco de aproximadamente 7 cm de diâmetro com um furo central de aproximadamente 1,5 cm de diâmetro. Conectada ao disco, existe uma haste de aproximadamente 12 cm de comprimento que permitirá que todo o conjunto seja acoplado a uma base que tem a finalidade de manter fixa toda a estrutura

experimental. A característica visual desta estrutura aparece na Figura 1 onde observa-se o resultado final da modelagem por meio do software SolidWorks.

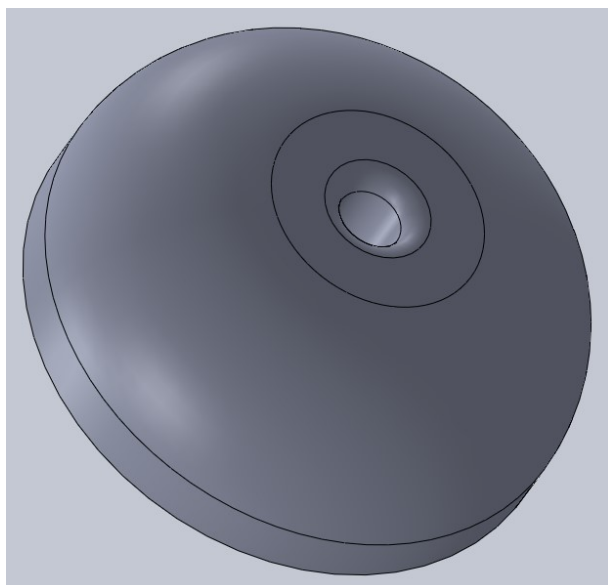


**Figura 1:** Mecanismos de visada para a simulação de visualização através da lente do telescópio. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

O segundo mecanismo é a, já mencionada, base de sustentação dos componentes que, para fins de facilitação da impressão e da modelagem, foi confeccionada de maneira universal para todos os outros três componentes não havendo, no entanto, a necessidade de realizar novamente diversas modelagens para cada um dos componentes envolvidos no experimento.

Este componente tem o formato circular com aproximadamente 7 cm de raio e 5 cm de altura, tendo curvatura circular em sua parte superior. Foi implementado um orifício universal para encaixe do componente restante ao conjunto. Para comodidade e também para permitir a maior estabilidade este componente é o mais pesado de todos e talvez aquele que apresenta maior dificuldade para a modelagem, já que não é composto por figuras geométricas elementares. Na Figura 2 observa-se este componente do material didático.

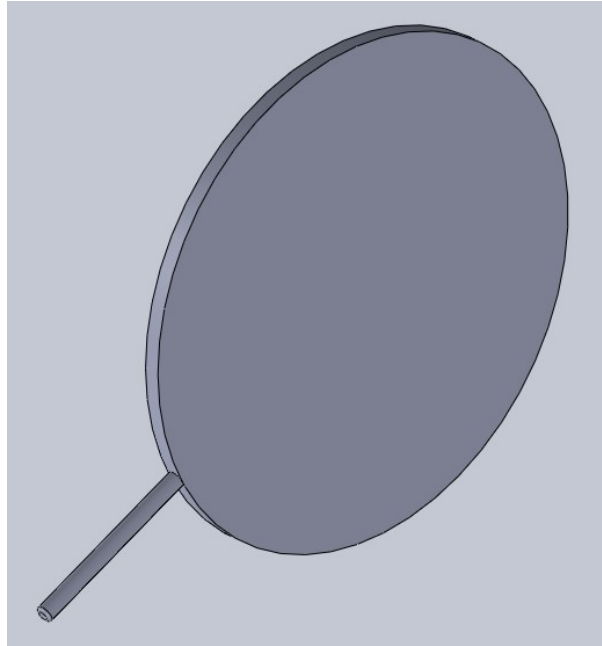




**Figura 2:** Construção da base comum a todos os componentes do material didático.  
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O terceiro mecanismo básico pode ser dividido em duas partes, que correspondem aos anteparos que produzirão as sombras para que se possa verificar o efeito da ocultação, do eclipse e da transição. O primeiro destes anteparos tem aproximadamente 15 cm de diâmetro, sendo que este valor pode ser modificado de acordo com tamanho máximo de impressão da impressora 3D, ou seja, limitado somente a capacidades técnicas e não a metodologia de produção do material didático.

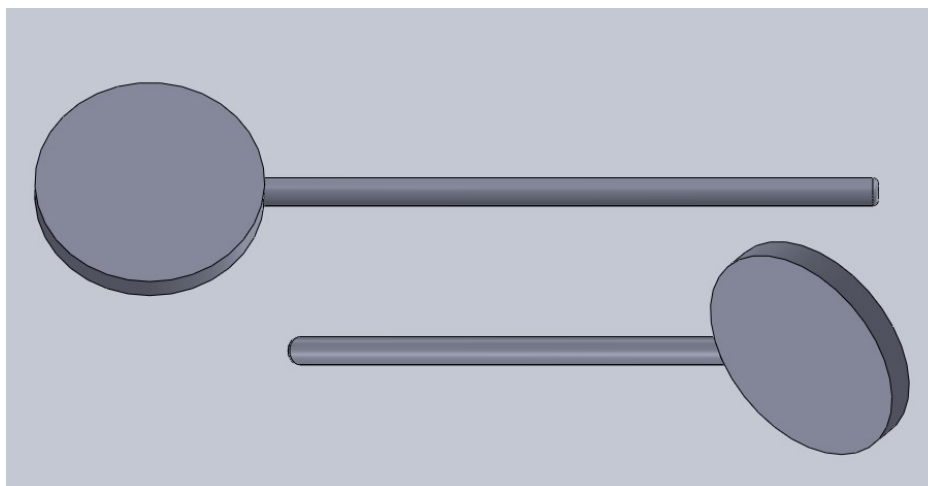
O anteparo de 15 cm terá uma haste de aproximadamente 5 cm, o que permitirá o melhor aproveitamento das outras partes que estarão por ser descritas. O encaixe na base deverá ser realizado de maneira correta por isso é importante que o diâmetro do furo realizado na base e o diâmetro da haste sejam aproximadamente iguais, com uma leve vantagem para o diâmetro do furo na base. A Figura 3 mostra a representação do anteparo maior que simulará o planeta Júpiter nas configurações de transição e ocultação.



**Figura 3:** Representação do anteparo maior, que simulará o planeta Júpiter nos experimentos de ocultação e transição. O diâmetro médio utilizado foi de 15 cm.  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O segundo anteparo tem diâmetro de aproximadamente 3 cm, no entanto é recomendável que se faça diversos valores para este componente, para o nosso caso foram desenvolvidos componentes com valores de 7,1 cm, 4,1 cm e 3 cm de diâmetro. Quanto mais distante estiver o observador do ponto de produção da sombra é recomendável que se utilize valores maiores para este diâmetro, permitindo assim a melhor definição de sombras possível.

Na Figura 4 observa-se este anteparo a partir de duas perspectivas visuais e é possível notar que a haste deste mecanismo é maior se comparado a do anterior, tendo em vista que é recomendável que a sombra projetada por este anteparo seja realizada na parte central do anteparo maior possibilitando maior arco para o caminho visual.



**Figura 4:** Vista a partir de duas posições do mecanismo que representará o satélite que consolidará a ocultação e a transição. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

Na seção seguinte será possível verificar a utilização do experimento em suas três configurações de utilização, a produção deste e o resultado final em impressora 3D e aquele com materiais de baixo custo.

## **2.2 A construção do experimento através da utilização de materiais de baixo custo**

Através do estudo do experimento de Ole Roemer e de construções de materiais de baixo custo foi possível modelar e imprimir em impressora 3D os materiais didáticos, que constituem equipamento que foi utilizado na prática de ensino. Os arquivos para impressão em 3D estão disponíveis em link nas referências deste trabalho e tem como objetivo a divulgação do conhecimento e da prática docente com base no referido equipamento.

O equipamento em sua versão construída com materiais de baixo custo e conta com um anteparo circular de 20 cm de diâmetro (podendo ser pintado para representar as características de algum planeta conhecido), dois anteparos pequenos de 2 cm e 3 cm de diâmetro, um mecanismo de visada, e duas fontes luminosas de dimensões diferentes, em que a primeira pode ser a lanterna de um celular (fonte pontual para os experimentos de ocultação e transito) ou um Light-Emitting Diode – LED, e a segunda uma lâmpada de LED (fonte extensa para o experimento de eclipse). Os materiais aparecem na Figura 5.



**Figura 5:** Conjunto construído com materiais de baixo custo onde observa-se um anteparo de 20 cm de diâmetro, mecanismo de visada e dois anteparos de 2 cm e 3 cm de diâmetro. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

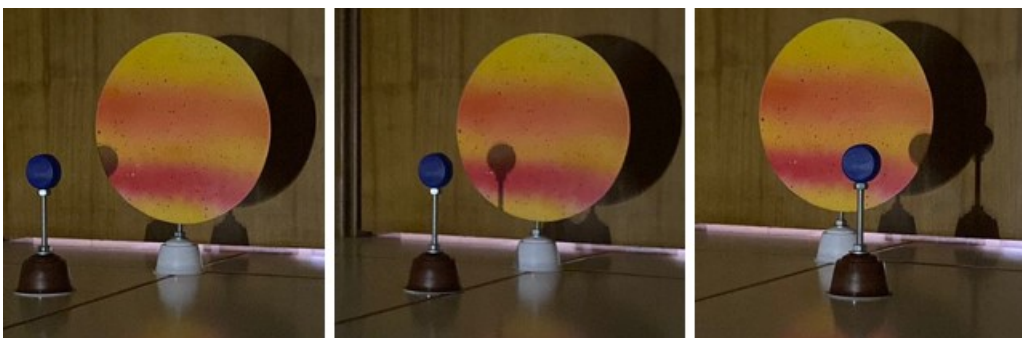
No ponto onde é colocado um observador foi associado o mecanismo de visada, que possibilita a simulação da visualização dos modelos dos astros e das simulações dos fenômenos que pretende-se abordar. O mecanismo de visada permite que tenhamos uma diminuição do campo de visão dos objetos, o que se assemelha aos processos de visualização dos telescópios, tanto os usados na época de Roemer quanto em alguns de pequena abertura que temos nos dias atuais.

Estes mecanismos foram construídos em impressoras 3D como forma de facilitar a sua confecção para aqueles que tem acesso a esses equipamentos, permitindo maiores possibilidades em termos de tamanho dos objetos a serem impressos. Todos os pontos do experimento foram reproduzidos nessas impressoras e foi possível reproduzir as proporções reais de planetas e suas luas sem maiores problemas, apenas modificando os dados de diâmetro dos materiais que deveriam ser impressos. Os componentes em Plástico Polilático (PLA) estão apresentados na Figura 6.



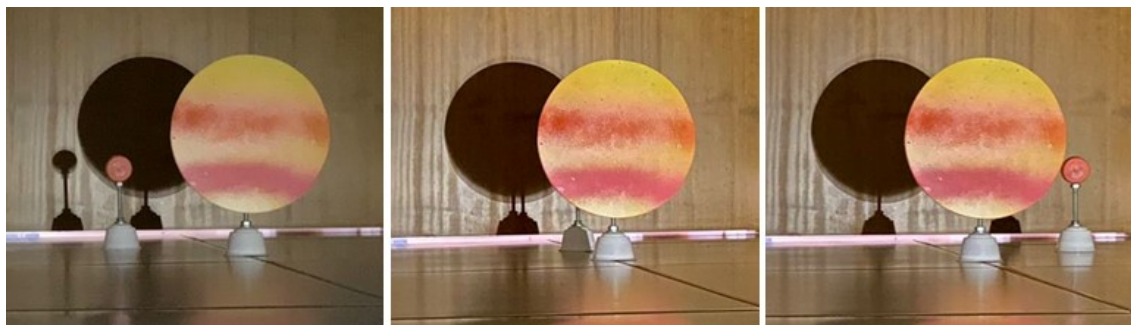
**Figura 6:** Resultado da impressão e verificação das dimensões dos objetos celestes impressos em impressora 3D (material PLA). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Os materiais devem ser dispostos em um local escuro, para potencializar os efeitos e simular a luminosidade que é colocada pela fonte de luz e permitir que as devidas sombras sejam realizadas de maneira satisfatória. Para o desenvolvimento do experimento é necessária uma bancada de aproximadamente 2 m de comprimento, permitindo o maior conforto dos alunos e professores que utilizarão o material didático. Tendo em vista as condições adotadas podemos observar na Figura 7, a configuração do progresso de transição após a construção de sombras.



**Figura 7:** Configuração progressiva da transição assemelhando-se a projeção que é observada a partir da Terra das luas de Júpiter sobre o próprio planeta. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Através do mesmo procedimento podemos conceituar outras configurações, tais como o eclipse e a ocultação. Para a ocultação é possível a construção progressiva, tal como mostra a Figura 8.



**Figura 8:** Composição progressiva da Ocultação assemelhando-se a projeção que é observada a partir da Terra das luas de Júpiter sobre o próprio planeta. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Como observamos anteriormente tanto a transição quanto o eclipse podem ser considerados equivalentes bastando que seja modificado o referencial da visualização do fenômeno. Esta característica deve ser constatada pelos discentes ao final da prática experimental, o que pode ser obtido por meio de diagramas e também por meio da utilização do material didático apresentado.

Além das duas configurações mencionadas podemos criar condições para que o aluno, através da utilização deste material didático, verifique as condições para um eclipse, assim, a composição que mostramos na Figura 9, representa um eclipse anular, onde utilizamos como fonte de luz a lâmpada de LED acoplada à luminária.



**Figura 9:** Configuração de eclipse Anular obtida através da utilização do material didático. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Tendo sido elucidados todas as nuances do material didático, pois todas as configurações didáticas já foram apresentadas, será abordado na próxima seção a apresentação do local da pesquisa, a descrição da prática docente e da metodologia de ensino.



### EXPERIMENTO PLUTÃO-CARONTE

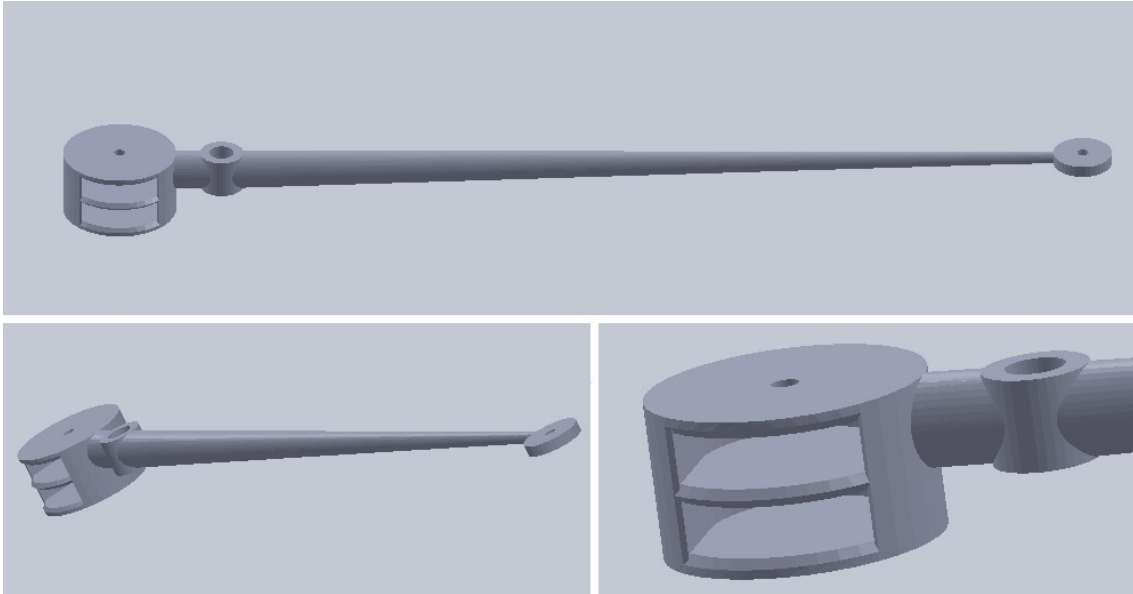
#### 3.1 A construção do experimento simulador do sistema Plutão-Caronte através da utilização de impressoras 3D

Novamente a modelagem do experimento teve como base o software SolidWorks que já foi comentado em duas oportunidades neste trabalho. A construção do material didático é iniciada por meio da haste em que serão projetados os corpos celestes Plutão e Caronte, pois este é o cerne do equipamento que foi desenvolvido para trabalhar estes conceitos.

Nesta haste destaca-se três pontos básicos para o melhor funcionamento dos componentes, em que o primeiro deles é referente ao local de posicionamento do eixo do motor que fica a 2 cm de distância do centro do local de onde ficará o planeta anão Plutão. Este ponto é onde, de acordo com a proporção utilizada, deverá ficar o centro de massa do sistema, o orifício terá um diâmetro necessário para se encaixar perfeitamente no rotor do motor elétrico, por esta razão não existe um valor que seja padrão tendo em vista que podem ser associados diversos motores ao experimento. Desta maneira é necessário realizar a medida do diâmetro deste eixo para em seguida fazer a projeção através do software.

Outro ponto de grande destaque é o local onde deverá ser posicionado o planeta Plutão, esta parte deverá conter gavetas para a acomodação das baterias de lítio que serão utilizadas para acionar os dois LED (preferencialmente com cores diferentes) referentes à Plutão e Caronte. Além disto, na haste, ao final deverá ser projetado o ponto para o posicionamento de Caronte, que deverá estar a uma distância que reflita a proporção utilizada. Todas as distâncias serão comentadas na próxima seção e você poderá observar o que foi descrito na Figura 10.

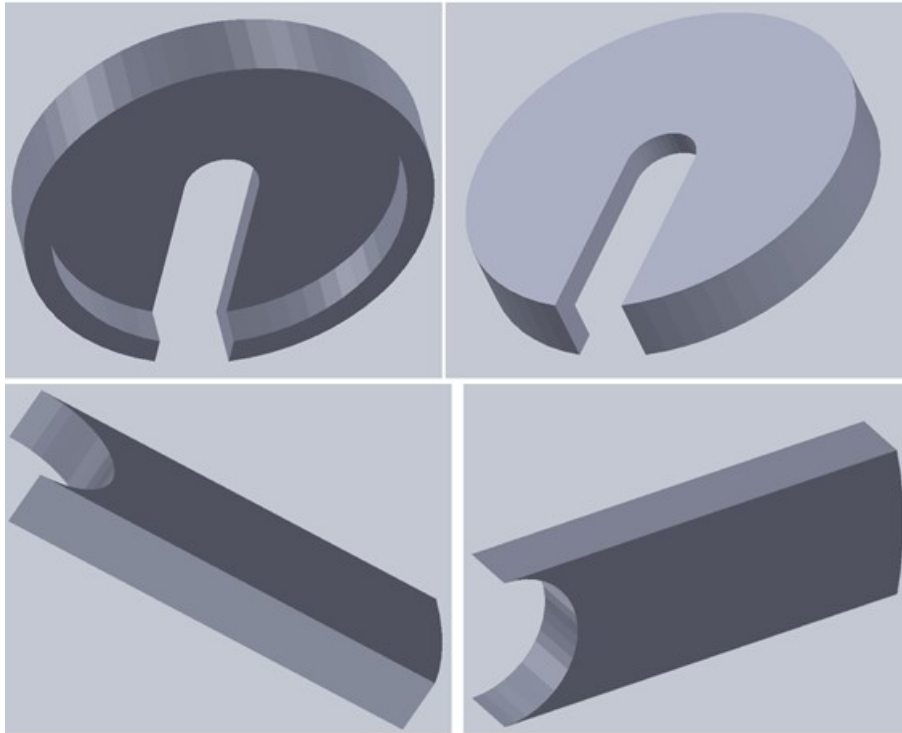




**Figura 10:** Haste de posicionamento dos corpos celestes, gavetas de acomodação das baterias e posicionamento do centro de massa do sistema. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

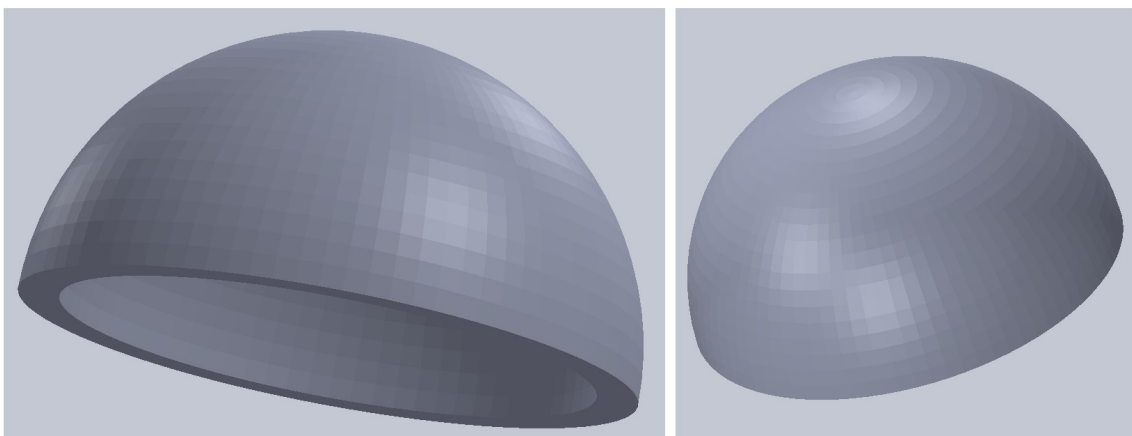
O ponto de fixação do LED referente à Plutão sobre as gavetas projetadas na haste de conexão entre Plutão e Caronte deverá ser construído de maneira separada, em duas partes, em que a primeira delas, que pode ser chamada de mesa, tem 3 cm de diâmetro e aproximadamente 0,5 cm de altura. Ao centro têm-se um semicírculo vazado de aproximadamente 0,5 cm de diâmetro necessário para comportar o LED de maneira satisfatória sem deixá-lo pender para o lado ou para outro. Esse semicírculo se estenderá até a borda da mesa e para completar esta parte faltante em complemento será desenhado tendo 0,5 cm de largura e aproximadamente 1,5 cm de comprimento encaixando, perfeitamente, o LED.

Estes dois pontos podem ser observados na Figura 11 e juntos permitirão que o LED fique completamente preso sem que possa ter problemas futuros quanto a sua conexão no componente. A utilização de cola para a junção desses materiais se faz necessário, já que, primeiramente eles devem ser móveis para que sejam acoplados com perfeição ao mecanismo.



**Figura 11:** Ponto de fixação do LED referente a Plutão sobre as gavetas projetadas na haste de conexão entre Plutão e Caronte. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

A parte final da montagem refere-se à semiesfera que terá como função espalhar a luz em formato circular, causando o efeito desejado, tal como se uma esfera realmente circulasse em torno de um ponto, o centro de massa. As duas tem diâmetros diferentes, em que a primeira tem 3 cm (maior e referente a Plutão) e a segunda tem 1,5 cm de diâmetro (menor e referente a Caronte). A Figura 12 nos mostra os dois componentes após a sua modelagem.



**Figura 12:** Semiesferas para cobertura da visibilidade do LED e espalhamento da luz proveniente destes em formato esférico. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

### 3.2 Nuances e aspectos reais do material didático: a prática e as proporções

O modelo que será descrito adiante terá como base a construção de equipamentos experimentais, através de impressoras 3D, cuja utilização é bastante acessível para aqueles que saibam utilizar aplicativos/programas de modelagem impressão de componentes. O material didático que se descreve a seguir tem como base a utilização programas básicos de modelagem, o principal deles é o software SolidWorks, sendo este um software com licença adquirida pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) – Campus Porto Velho Calama e que se constitui no mais indicado do mercado para a criação de modelos educacionais, tendo em vista a facilidade de construção de equipamentos e aparelhos dedicados para esta finalidade.

Não será descrito no escopo desta dissertação a construção do material, apenas o resultado final e a metodologia de utilização deste em sala de aula, auxiliada por uma câmera do tipo DSLR, ou ainda um celular com aplicação para longa exposição, para traçar as trajetórias dos corpos em torno de um ponto incomum.

O estudo do sistema de planetas duplos, Plutão-Caronte, tal como é colocado através da definição de Oliveira Filho e Saraiva (2018) direciona ao cálculo do centro de massa deste sistema que pode ser feito de acordo com os aspectos e equações que são ensinados corriqueiramente nos cursos de ensino médio das escolas públicas de todo o país. Ao ser estabelecido uma proporção entre as distâncias dos centros de massa obtêm-se a posição indicada tal como na Tabela 1.

Corpo Celeste	Dimensão (Diâmetro)	Posição no eixo X do centro do corpo	Posição do centro de massa do corpo
Plutão	3,0 cm	1,5 cm	4,0 cm
Caronte	1,5 cm	25,5 cm	

**Tabela 1:** Valores de distância/proporção/posição para o conjunto de corpos celestes. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

Da mesma forma como no estudo do experimento de Ole Roemer, onde foram utilizados modelos representativos da situação real, foram realizados estudos sobre as proporções ideais para a representação da configuração de

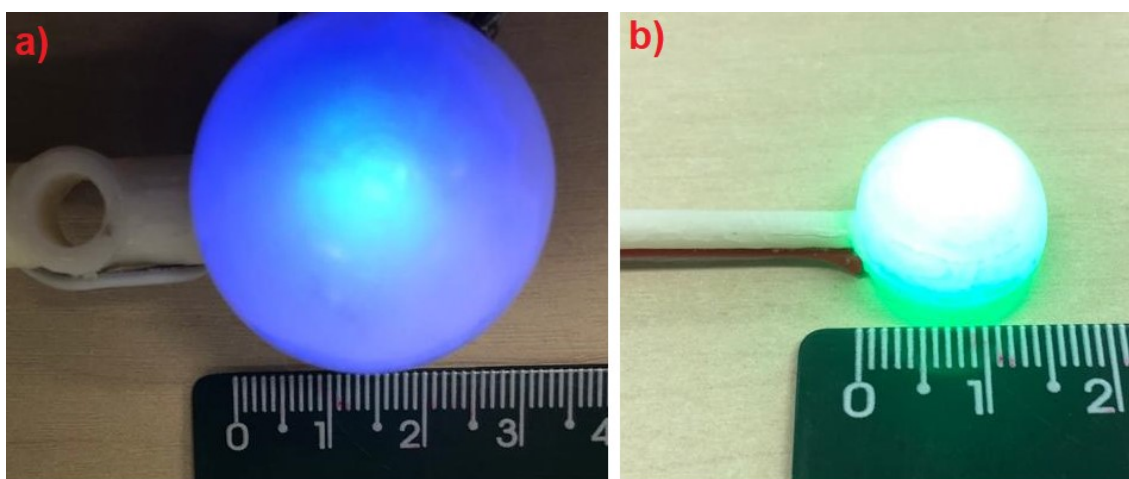
Plutão-Caronte. Assim, com base nos dados da Tabela 1 foi possível realizar a modelagem e impressão dos componentes em impressora 3D. Os links para download do arquivo que foi construído estão nas referências desse trabalho e tem como objetivo, novamente, a divulgação do conhecimento produzido e a facilitação de possíveis práticas docentes futuras sobre o tema.

O material didático é composto por uma haste que possui duas semiesferas de dimensões diferentes ligadas entre si por um eixo de mesmo material utilizado nas impressões e que por si constitui parte do material didático, uma base de madeira e um circuito elétrico embarcado. Na haste, especificamente no ponto em que ficaria o centro de massa do sistema existe um orifício para encaixe do eixo de um motor de passo (9 V). A Figura 13 permite com que seja visualizada a configuração final do sistema.



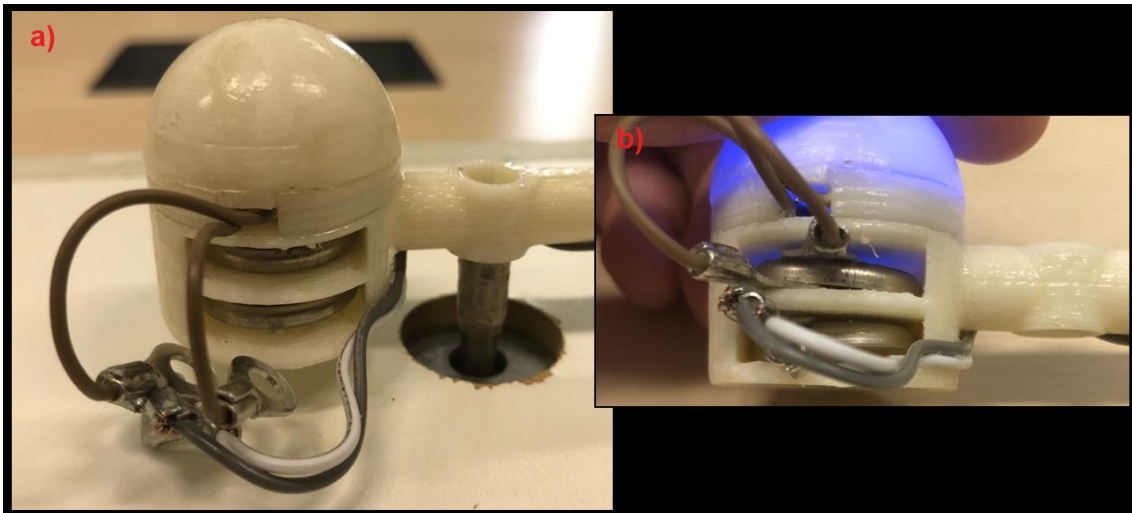
**Figura 13:** Representação do sistema Plutão-Caronte, em que observamos o tamanho completo do material didático desenvolvido e impresso em impressora 3D. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Observe que a semiesfera que representa Plutão aparece na Figura 14 com uma coloração azulada, tendo aproximadamente 1,5 cm de raio, enquanto que a semiesfera que representa Caronte tem aproximadamente 0,75 cm de raio tendo coloração verde. Ambas estão separadas por uma distância de 25,5 cm e o orifício para a conexão com o eixo do motor de passo, está mais próximo da superfície da semiesfera que representa Plutão do que daquela que representa Caronte, tendo em vista que é ali que está localizado o centro de massa do sistema. As proporções para construção do material estão apresentadas na Tabela 1 e estas dimensões foram adotadas para permitir que o sistema exemplificasse de forma aproximada a configuração real. É possível obter uma visualização das proporções comentadas na Figura 9.



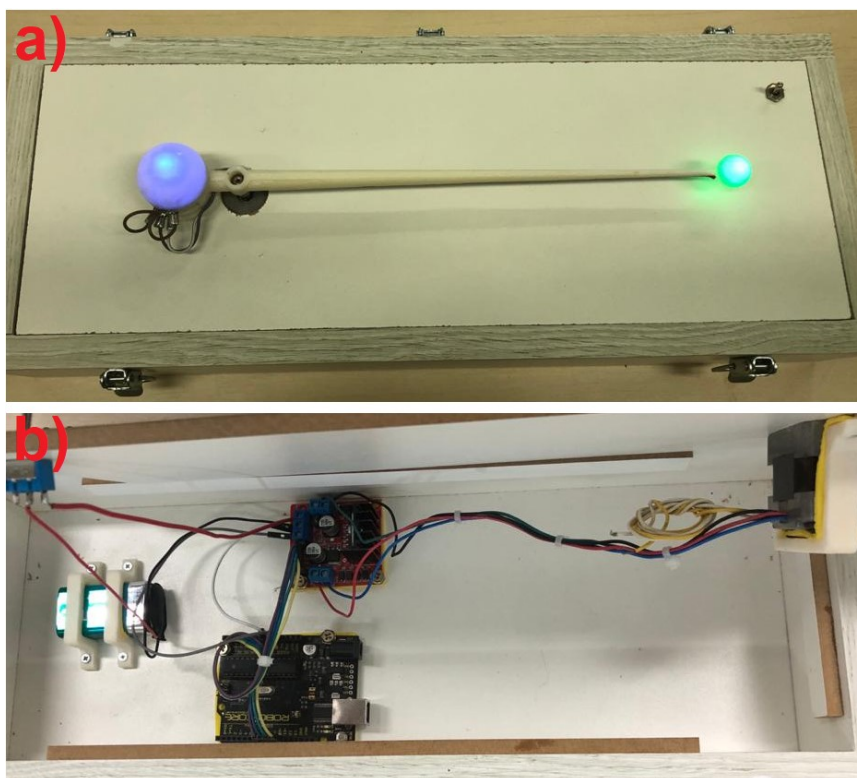
**Figura 14:** a) A representação do Planeta-anão Plutão é feita com o diâmetro de 3 cm, sendo evidenciado na figura através de medida direta, o orifício para a conexão com o eixo de rotação do motor é evidenciado à esquerda da semiesfera azul; b) A representação do corpo celeste Caronte é feita com o diâmetro de 1,5 cm, sendo evidenciado na figura através de medida direta, sendo evidenciada na figura através da semiesfera com coloração verde. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

Para que o efeito visual pudesse ser obtido foram utilizados dois Diodos Emissores de Luz (Light Emitting Diodes - LED's) que foram ligados de maneira independente através de um sistema de gavetas, confeccionado durante a impressão do material didático. Este sistema é necessário para posicionar e permitir a rotação solidária de duas baterias de 3 V que acionam os LED's de forma individual. Na Figura 15 pode-se observar este sistema realizando o acionamento dos LED's e seu acionamento através de bornes eletrônicos.



**Figura 15:** a) Observa-se o sistema como um todo, com duas baterias de lítio de 3 V para acionamento dos LED's de maneira individual, o sistema não está acionado, já que os bornes de ligação não estão em contato com os polos da bateria; b) Os bornes de ligação em contato com os polos da bateria, permitindo com que os LED's fossem acionados e causassem o efeito luminoso desejado. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

Todo este sistema foi montado em uma caixa de madeira, permitindo com que um motor de passo fosse colocado na parte interna e o conjunto Plutão-Caronte fosse deixado à mostra para as utilizações didáticas. Este motor pode ser programado para ter uma rotação que seja proporcional aquela experimentada pelo sistema real em torno do centro de massa, aproximando ainda mais a experimentação dos aspectos observados pelos astrônomos através de grandes telescópios. Observa-se na Figura 16 o conjunto inteiro montado, bem como os componentes internos que constituem um experimento como um todo.



**Figura 16:** a) Vista superior do conjunto, mostrando o material didático completamente ajustado para utilização em sala de aula; b) Vista interna do conjunto mostrando módulo de controle de arduino, motor de passo, bateria de 9V e chave de acionamento do conjunto. **Fonte: Elaborado pelo autor.**

Para a prática docente, o sistema era posto em movimento e os alunos tentavam colocar em papel a trajetória dos dois pontos luminosos, ao redor do centro de massa. Com as luzes da sala de aula desligadas o professor fazia uma fotografia de longa exposição (3 a 5 segundos) permitindo a visualização dos círculos concêntricos ao redor do centro de massa. Esta imagem era projetada através de um Datashow, permitindo a verificação da trajetória correta dos dois corpos. A Figura 17 ilustra esse procedimento onde está localizada a figura final.





**Figura 17:** Imagem de longa exposição do movimento dos corpos celestes (Plutão e Caronte) em torno do centro de massa. **Fonte:** Elaborado pelo autor.



### CONCLUSÃO

Diante do exposto pode-se concluir que os dois materiais didáticos apresentados foram de grande importância para a construção dos conceitos de ocultação, eclipse e transição, bem como o ensino do conceito de planeta.

A projeção do primeiro material, referente ao experimento de Ole Roemer, tanto em formato viabilizado pela impressora 3D quanto em sua versão construída com materiais de baixo custo foi imprescindível para um bom desenvolvimento da proposta.

A aplicação do segundo material didático no contexto educacional vai permitir uma aproximação do aluno ao contexto da Astronomia e da Física, tendo em vista que os conceitos utilizados para sua compreensão completa são diretamente relacionados ao ensino de física.

Assim trabalhar os conceitos de centro de massa sombras e anteparos tem grandes consequências diversas áreas do conteúdo inclusive nas que demonstramos neste trabalho.

Espera-se que este material didático seja utilizado por aqueles que necessitem tratar estes conteúdos dentro de sala de aula, em qualquer modalidade de ensino, desde o ensino básico até a graduação.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Robenil dos Santos; CERQUEIRA JÚNIOR, Welington; SILVA, Eider de Souza; Concepções de alunos da EJA sobre raios e fenômenos relacionados; **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 507-526, ago. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p507/32322> Acesso em: 01 de março de 2021.

GAMA, Leandro Daros; HENRIQUE, Alexandre Bagdonas; Astronomia na sala de Aula: Por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n.9, p. 7-15, 2010. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/146/187> Acesso em: 01 de março de 2021

CATELLI, Francisco; GIOVANNINI, Odilon; Da SILVA, Fernando Siqueira; Um objeto-modelo didático do movimento aparente do sol em relação ao fundo das estrelas; **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1: p. 131-155, abr. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n1p131/24489> Acesso em: 01 de março de 2021.

DARROZ, Luiz Marcelo; Da ROSA, Cleci Teresinha Werner; Da ROSA, Álvaro Becker; PÉREZ, Carlos Ariel Samúdio; Mapas conceituais como recurso didático na formação continuada de professores dos primeiros anos do ensino fundamental: um estudo sobre conceitos básicos de astronomia; **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, V. 6, n. 3, 2013. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1479/1144> Acesso em: 01 de março de 2021.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O., **Astronomia e Astrofísica**, 4º Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. 614p.

STRATHERN, Paul; **Galileu Galilei e o Sistema Solar em 90 minutos**; Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1999

SANTOS, Antônio José de Jesus; VOELZKE, Marcos Rincon; ARAÚJO, Mauro Sergio Teixeira de; O projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da astronomia no ensino médio; **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. 3: p. 1137-1174, dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1137/23614> Acesso em 05 de março de 2021

POLITO, Antony Marco Mota; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; A filosofia da natureza dos pré-socráticos; **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2: p. 323-361, ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p323/24929> Acesso em: 05 de março de 2021

BASSALO, José Maria Filardo; A crônica da ótica clássica; **Cad. Cat. Ens. Fis.**, Florianópolis, 3(3):138-159, dez. 1986 Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7905/7271> Acesso em: 05 de março de 2021

SILVA, José Carlos; ROBERTO JÚNIOR; Artur Justiniano; ALVES, João Carlos Pereira; Detecção do trânsito planetário de um exoplaneta com um telescópio de pequena abertura, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v42/1806-9126-RBEF-42-e20200131.pdf> Acesso em: 07 de maio de 2021.

OLIVEIRA, Nadine de; TENÓRIO, Alexandro Cardoso; MIRANDA, Antônio Carlos da Silva; Episódio da queda do meteorito serra de Magé numa abordagem do ensino de astronomia, **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia -RELEA**, n. 30, p. 21-33, 2020

LIMA, Sorandra Corrêa de; NARDI, Roberto; Discursos de docentes dos anos iniciais do ensino fundamental sobre o tema de “estações do ano”, **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia -RELEA**, n. 29, p. 51-72, 2020

PIRES, A. S. T. **Evolução das Ideias da Física**, São Paulo, 2º edição: Editora Livraria da Física, 2011. 478p.

SERCONEK, Giselma Cecília. **Teoria do ensino desenvolvimental e aprendizagem: um experimento com conceitos de área e de perímetro**; Tese (Doutorado em educação) Universidade Estadual de Maringá. Orientadora: Prof. Dra. Marta Sueli de Faria Sforzi, 2018;

DAVIDOV, Vasily. **Análisis de los principios didácticos de la escuela tradicional e posibles principios de enseñanza en el futuro próximo**; In: DAVIDOV, V.; SHUARE, M (Orgs.) *La psicología evolutiva y pedagógica em la URSS (Antología)*. Moscou: Progreso, 1987, p. 143 – 154.

SFORZI, Marta Sueli de Faria; Interação entre didática e teoria histórico-cultural; **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 375-397, abr./jun. 2015.

LUNA, Sérgio Vasconcelos de; **Planejamento de pesquisa: uma introdução**, Editora EDUC 2º edição reimpressa, São Paulo – SP, 2011, 116p.

ALBUQUERQUE, Vanessa Nóbrega de; LEITE, Cristina; O caso de Plutão e a natureza da Ciência, **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 21, p. 31-44, 2016