

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Construção do Astrolábio

Astrolabe Construction

Pedro Macário de Moura¹, Rogério José Schuck², Andreia Aparecida Guimarães Stroschoen³

¹Mestre em Ensino de Ciências Exatas - Univates - macario_pedro@hotmail.com

²Doutor em Filosofia - Univates - rogerios@univates.br

³Doutora em Ciências, Ecologia - Univates - aaguim@univates.br

Finalidade

O produto educacional relata a construção de um Astrolábio utilizando papel, cordão, arruela, cola e canudo, que pode ser desenvolvida nas aulas de Física ou Matemática, para o ensino de Astronomia.

Contextualização

Essa proposta de ensino surgiu devido às dificuldades enfrentadas pelos alunos na compreensão dos conceitos de Astronomia na Educação Básica. Nessa perspectiva, esta intervenção pedagógica faz parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor denominada: “Astronomia e o ensino de Física e de Matemática no Ensino Médio em uma escola pública de Petrolina/PE”, apresentada no Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Univates, no ano de 2016. Essa prática pedagógica foi realizada

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

com alunos do 1º e do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Petrolina/PE. Participaram desse estudo 27 alunos do primeiro ano e 25 alunos do terceiro ano do Ensino Médio.

Desde que o homem deu início ao estudo dos astros, ele percebeu que o planeta Marte, em algumas épocas do ano, se movia para frente, para trás e para a frente novamente, ou seja, este astro faz uma trajetória diferente dos demais corpos celestes, já que os demais só se moviam para a frente. Com a finalidade de explicar este fenômeno, desde a Mesopotâmia até o século XVII, o homem desenvolveu vários modelos para a mecânica celeste entre eles o geocentrismo que durou cerca de 1600 anos e o heliocentrismo que se iniciou com Aristarco de Samos (300 a.C.), mas só foi aceito no século XVI, quando Copérnico publicou o livro *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Porém, a explicação científica para tal fenômeno se concretizou a partir de estudos de Johannes Kepler, no século XVII. Segundo sua Primeira Lei, as órbitas dos corpos celestes têm a forma de uma elipse e não de círculos, como acreditavam os cientistas antes de Kepler. Mesmo sendo uma elipse com excentricidade próxima de zero, tal fenômeno fica perfeitamente esclarecido.

Segundo Steinbruch e Winterle (1987), “a excentricidade é um número dado pela razão $e = \frac{c}{a}$ ”, onde a é o semieixo maior da elipse e c é a distância focal da elipse.

Nesse caso, para o planeta Marte, sua excêntrica é $e = \frac{23,26}{249,1} = 0,0934$, ou seja, muito próxima de zero. Nesse caso, é impossível perceber esta excentricidade sem o uso de instrumento astronômico com uma precisão de milésimo. Por outro lado, o experimento do Astrolábio não fornece esta precisão, mas traz um excelente conceito, pois, ao utilizarmos as Tábuas Trigonométricas criadas por Hiparco de Nicéia, temos uma excelente compreensão de aproximações feitas em muitos cálculos matemáticos, principalmente, no estudo de trigonometria.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

De acordo com Couper e Henbest (2009, p. 66), “atualmente, sabemos que a volta é causada pela Terra quando alcança Marte na sua própria órbita ao redor do Sol – fazendo parecer como se Marte caminhasse para trás”. Ptolomeu, porém, para procurar explicar esse fenômeno, aparentemente tão estranho, elaborou um sistema bastante complicado, embora geometricamente plausível. Isto é, usou uma réplica do sistema solar e fez cálculos trigonométricos. Ele foi o inventor do astrolábio, ferramenta fundamental para medir a distância dos astros, usado nos descobrimentos pelos portugueses.

Estas discussões são fundamentais quando pensamos que os modelos de organização dos planetas foi palco de pesquisas científicas extremamente significativas. É importante ressaltar que “tanto o Cristianismo quanto o Islamismo tinham a ganhar com uma visão que fazia do homem o centro da Criação” (CANIATO, 2013, p. 31), o que ajudou o modelo a existir por 10 séculos. Mas, segundo Rooney (2013, p. 157), “com observações cada vez mais exatas do movimento dos planetas, ficou claro que o modelo de Ptolomeu não explicava plenamente suas trajetórias”. Sendo assim, fazia ajustes cada vez maiores com a finalidade de manter o modelo salvo. Portanto, após esses 1000 anos tiveram que abandoná-lo.

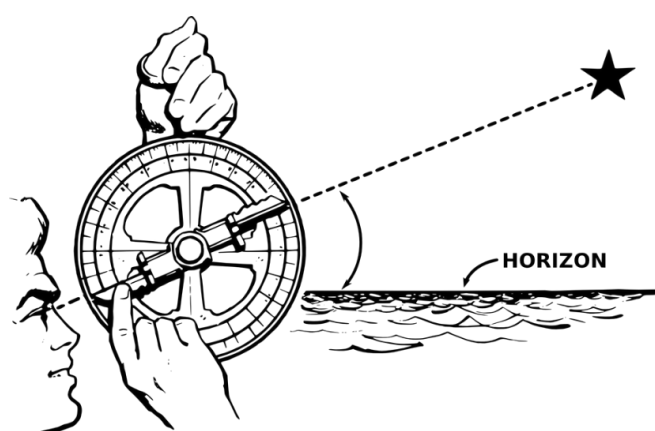
A primeira mulher da era cristã a contribuir com a Ciência foi Hypatia, que era filha de Theon de Alexandria. Para Horvath (2008, p. 19), ela “desenvolveu trabalhos importantes em Astronomia e Matemática, estabelecendo as bases para a utilização do astrolábio e caracterizando as curvas das seções do cone, que viriam a ser de grande importância na teoria das órbitas planetárias, 12 séculos depois”. Mas, infelizmente, sua contribuição durou pouco, pois, quando o Império Romano invadiu Alexandria por volta do século V d.C., o exército de Roma destruiu quase todas as anotações que existiam na Biblioteca e assassinaram a cientista.

O astrolábio é um instrumento que serve para medir a altura dos astros acima do horizonte (Figura 1). Foi produzido a partir de teorias matemáticas desenvolvida pelos gregos, principalmente Hiparco (180-120 a.C.), que é considerado um dos grandes matemáticos da Antiguidade. O astrolábio foi difundido por Ptolomeu (85-165 d.C.), no Almagesto.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Posteriormente, foi desenvolvido pela escola islâmica, no século IX. Somente depois foi adaptado pelos portugueses para a navegação, sendo então criado o astrolábio náutico.

Figura 1: Representação de como utilizar o Astrolábio.



Fonte: https://cdn.pixabay.com/photo/2013/07/12/17/15/sextant-151885_960_720.png. Acessado em 20/02/2018.

O astrolábio foi desenvolvido para resolver problemas relacionados à geometria, como, por exemplo, para calcular a altura de uma construção ou a profundidade de um poço, isto é, não era usado apenas na resolução de problemas astronômicos. Inicialmente, o astrolábio era composto por um disco graduado, onde estavam colocadas várias lâminas circulares, graduadas na superfície das suas margens, o que permitia determinar, por exemplo, a altura dos astros. O instrumento foi a primeira ferramenta usada para o estudo dos astros.

A construção do astrolábio permitiu fomentar fortemente as discussões a respeito do geocentrismo. Atualmente, os cientistas ainda divergem a respeito de muitas teorias sobre a natureza do universo, como por exemplo a discussão em torno do que seja um buraco negro. O conhecimento não está pronto e acabado; ele está em constante mudança. No entanto, do século II d.C. até o século XVI d.C. – Idade Média – acreditou-se no Sistema Geocêntrico.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Não apenas os estudiosos, mas, também, a Igreja Católica assim o difundia, pois o homem era a criação mais importante de Deus e estaria no centro de tudo, ou seja, no centro do universo.

Objetivo

Construir um astrolábio com alunos do Ensino Médio, buscando a contextualização de conceitos de Astronomia.

Detalhamento

Aula prática desenvolvida pelos educandos sob a orientação do pesquisador. O mesmo deu as orientações necessárias de como se deve proceder para a confecção do instrumento com estes materiais. Recortar o papel, colar o canudo no local indicado, afixar o cordão e a arruela, e por fim descobrir qual é o lado certo para visualizar objetos que estejam acima do seu horizonte e abaixo do seu horizonte.

Material para confecção do Astrolábio

- 1 Desenho do transferidor graduado de 5° em 5°, impresso em papel A4 (Figura 2);
- 1 Barbante medindo 20 centímetros;
- 1 Arruela de 10 milímetros de raio interno;
- 1 Tesoura escolar;
- 1 Cola para papel;
- 1 Canudo (de suco) de raio interno 5 milímetros;
- 1 Lápis para colorir;
- 1 Palito de madeira.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Construção

Primeiro passo: Recortar o papel com a tesoura no local indicado.

Segundo passo: Colar o canudo no interior do desenho, no local indicado.

Terceiro passo: Colar o desenho de 180° a fim de torná-lo 90°.

Quarto passo: Cortar a sobre saliência do canudo.

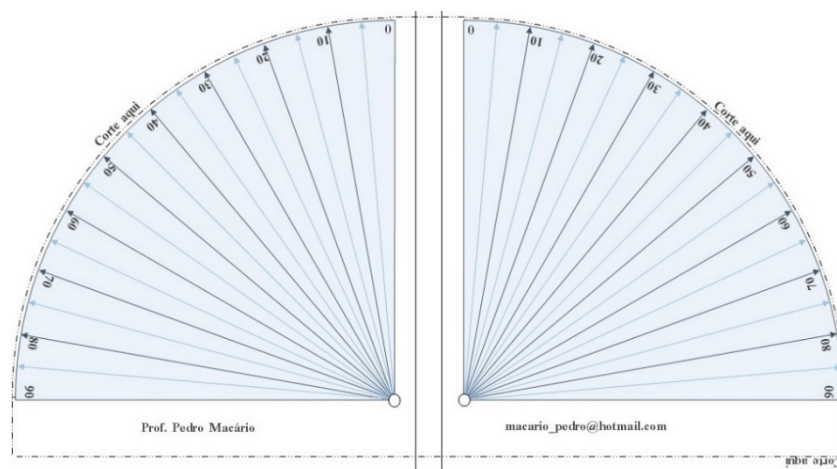
Quinto passo: Furar no local indicado com um palito de dente.

Sexto passo: Passar o barbante pelo orifício feito com o palito de dente e amarrar o barbante.

Sétimo passo: Na outra extremidade, amarrar a arruela de modo que ela fique logo abaixo da parte parabólica do desenho.

Oitavo passo: Descobrir qual lado do Astrolábio deve ser utilizado para fazer a observação de um corpo que esteja acima do seu horizonte e para fazer a observação de um corpo que esteja abaixo do seu horizonte.

Figura 2: Desenho do transferidor que foi utilizado para confeccionar o Astrolábio



Fonte: o autor, 2014.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Descrição da atividade: Com um desenho de 180° impresso em uma folha de papel A4, graduados em ângulos, os alunos fizeram o que é considerado o primeiro instrumento tecnológico utilizado pelo homem para estudar as estrelas e auxiliar nas navegações nos mares, assim como, para se locomover à noite, guiado pelas estrelas (Fig. 2, 3). O objetivo desta prática foi apresentar aos discentes, como o homem localizava-se no Planeta Terra, utilizando os astros celestes e o astrolábio, pois, ao apontar o astrolábio para um astro, temos um ângulo θ entre o observador, um referencial na superfície da Terra, e o astro. A figura geométrica que representa esta observação sempre será um triângulo. Esta estratégia foi desenvolvida para que os alunos pudessem perceber a coexistência da Astronomia com as disciplinas de Física e de Matemática, neste caso, a correlação direta da trigonometria em triângulos quaisquer e as Tábuas Trigonométricas com situações problemas do cotidiano.

Figura 2: Alunos construindo o Astrolábio. Figura 3: Alunos observando a altura de um pilar



Fonte: o autor, 2015.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Ao utilizar as tabelas trigonométricas de Hiparco e as relações métricas no triângulo, é possível determinar a distância requerida. À medida que o observador se locomove na superfície da Terra, o ângulo θ varia, mas sempre formando um triângulo entre o astro, o referencial e o observador. Após concluir a confecção, utilizamos o astrolábio para medir a altura do poste da escola, usando apenas a tabela trigonométrica e o astrolábio, tomando um ponto – situado no pé da perpendicular – distante y metros do poste da escola.

Esse momento foi de suma importância, pois os alunos levantaram muitos questionamentos sobre a construção e a utilidade de tal instrumento e a veracidade dos dados colhidos. No processo de construção do astrolábio, a maioria dos discentes recortou, colou e afixou o barbante e a arruela da maneira correta. Sendo assim, ao concluir a confecção do astrolábio, vieram perguntas como: “Qual é o lado certo para se observar?”; “É para olhar por dentro ou por fora do canudo?”; “Para que serve a arruela pendurada?”; “Isso funciona mesmo?” Em seguida, foram expostas algumas informações sobre a navegação marítima e a caminhada à noite, com céu estrelado. Fomos para fora da sala e os alunos foram orientados a observar a altura de um poste que havia na escola.

Então, foram informados que, ao pôr uma lente no Astrolábio, teriam um telescópio. Assim, eles puderam experimentar como os objetos astronômicos atuais funcionam, que assim como o Telescópio Espacial Hubble, surgiram de uma simples tecnologia. Os alunos ficaram perplexos com a precisão do Astrolábio ao medirem a altura do poste da escola, utilizando apenas a tangente do ângulo θ e a distância entre o aluno e o pé da perpendicular ao poste. Pois, ao conferir os dados dessa prática com a altura real do poste, o erro fornecido pelos dados obtidos pelo Astrolábio é inferior a 1%. Uma aluna questionou: “Esse erro é porque a tangente não é exata, é aproximada e não foram usadas todas as casas decimais”. Complementei que esse era o principal fator para o erro, mas que poderia haver outros. Um pequeno erro na construção do Astrolábio poderia também ocasionar uma imprecisão nos dados colhidos.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Mesmo sendo a primeira vez que os alunos construíam este instrumento, e considerando alguns avanços nas etapas por parte de alguns participantes, após algumas considerações feitas pelo autor sobre a confecção do Astrolábio, todos os participantes conseguiram construí-lo, alguns com pequenos erros, como, por exemplo, colocaram o barbante no local errado. Contudo, esse tipo de erro é considerado como simples e pertinente ao processo de construção. Este encontro, que durou 1h30min, foi cedido pelas professoras de Física e de Matemática, no turno da tarde e a atividade deu-se individualmente.

Resultados obtidos

Os alunos participantes da construção do Astrolábio associaram este instrumento ao processo de locomoção do homem no globo terrestre, mas, principalmente, na navegação marítima, e, por analogia, fizeram também comparação com o uso do telescópio, conforme a fala de um dos estudantes: *“Por um espelho aqui podemos enxergar as estrelas”*. O pesquisador ficou surpreso com essas respostas, pois todos os discentes que participaram do projeto de intervenção informaram que era a primeira vez que tinham a oportunidade de construir e de utilizar o referido instrumento.

Para outro estudante, foi importante conhecer, construir e utilizar o Astrolábio, visto que foi possível compreender como o ser humano conseguia fazer suas viagens de uma cidade para a outra no passado: *“ele foi muito importante para a localização em viagens”*. Um outro estudante confirma: *“para eu poder descobrir, como as pessoas da antiguidade compreendiam a Astronomia”*. A esse respeito, outro complementa: *“O astrolábio indica o ângulo das estrelas”*. Ainda comenta que a utilização do Astrolábio foi e continua sendo importante para o homem: *“o astrolábio foi bastante importante antigamente e até hoje é usado para saber a localização geográfica através da Astronomia”*. Segundo outro estudante, *“com a sua construção é possível observar o ângulo de acordo com o ponto específico”*, criando-se, assim, necessariamente, a tabela trigonométrica, visto que essa tabela está

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

intrinsecamente ligada à variação angular; e ainda acrescenta, “*de forma precisa, podemos nos localizar e sabemos para onde estamos indo*”. Esse conteúdo desperta a curiosidade e incentiva os alunos ao estudo (DEUS; LONGHINI, 2014).

Para Brasil (1998, p. 64), “por meio de comparação e estimativas, podem especular acerca das distâncias de diversas estrelas em relação à Terra e da quantidade de estrelas que não são visíveis, segundo pesquisa em fontes de informação escritas”. Dessa forma, as respostas apresentadas pelos alunos permitem deduzir que as práticas desenvolvidas contribuíram para que eles compreendessem de forma simples, os fenômenos complexos que existem na confecção e na utilização dos instrumentos astronômicos utilizados pelos cientistas para estudar o Universo. Tornando essa prática possível para alunos da Escola Básica, a prática desenvolvida mostrou-lhes que eles têm condições de fazerem ciência, não sendo seres passivos do processo de ensino e de aprendizagem.

Mendes (2009, p. 125) afirma que “o uso de projetos de investigação no ensino da Matemática conduz professores e alunos para a compreensão do processo construtivo da Matemática escolar como produção científica elaborada socialmente, ao longo da história”.

Com a confecção e a utilização dos instrumentos astronômicos, pode-se observar que os educandos que participaram do Projeto de Intervenção tiveram uma boa compreensão dos conteúdos de Astronomia, como pode ser visto na fala de um dos estudantes: “*Que, além do planeta terra, podemos perceber que o Sol faz seu movimento*”. Este estudante concluiu que todos os astros estão se movendo no universo. Esta resposta comunga com a teoria científica aceita nos dias atuais para o universo, pois, segundo Faria (182, p. 156), atualmente os cientistas consideram que “a Terra não está no centro do universo, nem o Sol, nem a Galáxia ou qualquer outro objeto, pois considera-se que o Universo não tem centro”. É um universo dinâmico.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Ao final das atividades, os alunos relataram oralmente terem apreciado muito a construção do Astrolábio e que agora conseguiam entender melhor os conceitos de Astronomia envolvidos na funcionalidade do astrolábio. Observou-se que a construção desse instrumento pode ser utilizada pelo professor em sala de aula, visando melhorias nos processos de ensino e de aprendizagem.

Referências

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1998.

CANIATO, Rodolpho. **(Re)descobrimo a astronomia**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2013.

COUPER, Heather, HENBEST, Nigel. **A história da astronomia**. São Paulo: Larousse, 2009.

DEUS, Mariana Ferreira de; LONGHINI, Marcos Daniel. Conhecimento e Fantasias a Respeito do Sol: uma proposta de ensino com base em contações de histórias problematizadoras. *In*: LONGHINI, Marcos Daniel (org.) **Ensino de astronomia na escola: concepções, ideias e prática**. Campinas: Átomo, 2014. p. 297-320.

GESTEIRA, Heloisa Meireles. O astrolábio, o mar e o império. **História, Ciência e Saúde – Manguinhos**. v.21, n.3, 2014. p. 1011-1027.

HORVATH, Jorge Ernesto. **ABCD da astronomia e astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

MENDES, Iran Abreu. **Matemática e investigação em sala de aula: tecendo redes cognitivas na aprendizagem**, 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

ROONEY, Anne. **A História da Física**. São Paulo: M. Books do Brasil, 2013.

STEINBRUCH, Alfredo; WINTERLE, Paulo. Geometria analítica 2ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1987.