

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

## **Construção do Relógio de Sol e Astronomia Antiga**

## **Construction of the Sundial and Ancient Astronomy**

**Pedro Macário de Moura<sup>1</sup>, Rogério José Schuck<sup>2</sup>, Andreia Aparecida Guimarães Strohschoen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mestre em Ensino de Ciências Exatas - Univates - macario\_pedro@hotmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Filosofia - Univates - rogerios@univates.br

<sup>3</sup>Doutora em Ciências, Ecologia - Univates - aaguim@univates.br

### **Finalidade**

A presente produção educacional trata da construção de um relógio de Sol que pode ser desenvolvido nas aulas de Física ou Matemática no Ensino Médio, com foco no ensino de conteúdos de Astronomia.

### **Contextualização**

Essa proposta de ensino foi construída para ajudar a sanar dificuldades enfrentadas pelos alunos, relativas à 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 Matemática no Ensino Médio em uma escola pública de Petrolina/PE”. A prática pedagógica foi realizada com alunos do 1º e do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Petrolina/PE em aulas de Física e

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

Matemática cedidas pelos professores das respectivas disciplinas. Participaram do estudo 27 alunos do primeiro ano e 25 alunos do terceiro ano do Ensino Médio.

A Astronomia é, sem dúvida, a ciência que fez o homem perceber a relação dos astros com sua existência no universo. René Descartes observou o firmamento antes de chegar a conclusões (*homo erectus*, os fenômenos periódicos dia – noite – dia, Primavera – verão – outono – inverno – primavera), a respeito dos fenômenos naturais. Como afirma Caniato (2013, p. 13), “a alternância do dia e da noite sempre se constituiu no principal condicionamento da vida, tanto nos reinos vegetal, animal, e muito do homem”. Já que o homem desenvolveu a capacidade racional, esta lhe deu poderes sobre alguns acontecimentos naturais.

No entanto, nos últimos anos têm surgido novas luzes, novos olhares a respeito de como devemos apresentar esses conteúdos na sala de aula para nossos alunos. De acordo com os Parâmetros Curriculares nacionais (PCN) “para o estabelecimento da hipótese hoje hegemônica, concorreram diferentes campos de conhecimento, como a Geologia, a Física e a Astronomia” (BRASIL, 2000, p. 16).

Portanto, estas disciplinas têm, pelo menos, um tópico em comum. Os PCNs sugerem que precisamos ter um olhar diferente para a forma de trabalhar os conteúdos das disciplinas, nesse caso específico, a Física e a Matemática (BRASIL, 2000). Em muitos casos, sugere-se que os professores podem abordar os conteúdos das duas disciplinas de forma interligada, o que melhoraria o aprendizado por parte dos alunos, pois os alunos não veem sentido na separação de saberes. Nesse sentido, possibilita-se compreender a natureza como um todo, não em partes que se completam, ou, muitas vezes, sem nexos com sua realidade.

Esse processo tem início na Astronomia, por meio dos trabalhos de Copérnico, Kepler e Galileu, que, de posse de dados mais precisos obtidos pelo aperfeiçoamento das técnicas, reinterpreta as observações celestes e propõem o modelo heliocêntrico, que desloca definitivamente a Terra do centro do Universo (BRASIL, 1997, p. 23).

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

Nessa linha de raciocínio, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs destacam a importância das observações no ensino de ciências, que envolve diretamente o Ensino de Astronomia. A relação das constelações (mapas celestes) com a forma geométrica, ajudou o homem, por exemplo, a perceber a relação com os fenômenos sazonais e periódicos, tais como noite e dia, as fases da lua, período de plantio e colheita, o que propiciou a elaboração de calendários baseados nos astros. Para Ronan (2001), a origem da Física e da Matemática remete à pré-história, pois o homem primitivo sentiu necessidade de observar o firmamento para caçar, plantar e colher.

De acordo com Langhi e Nardi (2012, p. 85), existem “alguns exemplos internacionais que mostram como alguns países alteraram o seu currículo nacional devido à atuação decisiva de associações de astronomia e ciências a fins [...], justificando a importância de trabalhar este tema em ambientes escolares”. Como não existe a disciplina de Astronomia na Educação Básica brasileira, os seus conceitos/conteúdos podem ser abordados nas disciplinas de Física, Matemática, Química, Biologia, Filosofia e Geografia, exemplos de algumas disciplinas que contemplam os seus conteúdos e conceitos. Nas referidas disciplinas, são estudados o sistema solar, as forças de atração entre os corpos, composição química das estrelas e as formas geométricas das trajetórias dos astros no cosmo.

A esse respeito, Gaspar (2010, p. 13) postula: “A geometria pode ser utilizada para desenvolver uma atividade interdisciplinar interessante”. Ao prepararmos nossos planos de trabalho seguindo as orientações dos PCNs, podemos perceber que eles trazem em seu escopo que “na elaboração do programa de ensino de cada uma das quatro disciplinas está se levando em conta o fato de que elas incorporam e compartilham, de forma explícita e integrada, conteúdos de disciplinas afins, como Astronomia e Geologia” (BRASIL, 2002, p. 24). A este respeito (MOREIRA, 2000), o *Physical Science Study Committee – PSSC*, mesmo sem considerar pontos diferentes no que tange à aprendizagem, foi o responsável pela implantação de como se ensina física no Brasil, pois foi muito claro em expor como se deveria ensinar a Física, mas pouco explicitou sobre como os alunos aprendem esta Física.

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

Neste contexto, surge esta produção educacional, que almeja a discussão de conceitos de Astronomia nas aulas de Física e de Matemática na Educação Básica. De acordo com Bretones (2014, p. 407), a “atividade de construção de relógio de Sol, nas escolas, tem um grande potencial e pode motivar o aluno para o estudo de conteúdos de várias disciplinas, como História, Geografia, Ciências e Matemática”. Ainda, a respeito de atividades desta natureza, Snyders (1993, p. 27) afirma que o professor e a escola podem “[...] realmente ajudá-lo a progredir exortando-o, primeiro, a despojar-se daquilo que o tenta” a aprender.

### **Objetivo**

Construir um relógio de Sol com alunos do Ensino Médio, buscando a contextualização de conteúdos e conceitos de Astronomia discutidos nas aulas de Física e de Matemática.

### **Detalhamento**

Para construir o relógio de Sol, do tipo gnomon, foi utilizado um bastão de 1 metro de comprimento, fincado a noventa graus no solo, seguindo o modelo proposto por Caniato (2011, p. 26), pois ele afirma que uma “maneira é espetar uma haste em um chão bastante horizontal. Ela deve estar rigorosamente no prumo, isto é, bem vertical”. Amarrando um cordão de 1,5 metro de comprimento e dando, a cada hora, uma volta completa em torno do bastão, forma-se um círculo de raio cuja medida é igual à distância da sombra que o topo do bastão projeta no chão até o pé da perpendicular da haste naquele momento. Antes da prática pedagógica foram feitos os seguintes questionamentos aos discentes:

Como iniciou-se a marcação do tempo? Que utilidade tinha para o homem primitivo saber marcar o tempo? Qual foi o primeiro “relógio” que o homem primitivo utilizou ou criou? Esta atividade deu-se em grupos formados por 5 participantes.

## **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – Mestrado**

É notável que os dados obtidos em uma prática desta natureza serão diferentes de outra prática, se elas forem executadas em meses diferentes. Segundo (FARIA, 1982), com o passar dos dias, a trajetória do Sol vai se modificando lentamente, afastando-se para o norte ou para o sul. Sendo assim, o Sol surge e desaparece com um máximo e um mínimo. Durante a exclusão desta atividade o professor pode orientar seus alunos a perceberem as variações, tanto na distância entre os círculos, como na variação do ângulo entre a sombra do bastão e a perpendicular do plano da base.

### **Material para construir esta atividade:**

- 1 Bastão de 1 metro;
- 1 Cordão de algodão medindo 1,5 metro;
- 1 Vareta medindo 30 centímetros;
- 1 Régua de madeira;
- 1 Fola de Papel A4;
- 1 Esquadro de 50 centímetros;
- 1 Lápis ou caneta;
- 1 Martelo.

### **Como construir:**

**Primeiro passo:** Colocar o bastão na posição vertical e com o martelo bater no topo até que ele fique firme no solo; com o esquadro de 50 cm ajustá-lo de forma que fique a 90° com o solo.

**Segundo passo:** Amarrar uma das extremidades do cordão na haste de forma que o cordão dê uma volta completa sem enroscar no bastão. Na outra extremidade, amarrar a vareta de 30 cm para servir de marcador no solo.

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

**Terceiro passo:** Iniciar uma marcação exatamente às 13h (Figura 1) e, a cada uma hora, fazer uma nova marcação (círculo) em torno do barbante até às 18h.

**Quarto passo:** Fazer a medida e a leitura das distâncias de cada círculo e compará-las com o a posição aparente do Sol no decorrer da tarde.

Figura 1: Aluna fazendo a 1ª marcação



Figura 2: Após a 2ª marcação



Fonte: o autor, 2015.

### Resultados obtidos

Essa prática evidenciou que os alunos ainda não tinham construído esse experimento, no decorrer da sua vida escolar. Nesse sentido, foi gratificante poder oportunizar essa experiência aos educandos da Escola onde foi desenvolvida a pesquisa. Durante a execução da atividade, muitos alunos repensaram o modo como a marcação do tempo é feita, pois, para Pozo e Crespo (2009), na maioria das vezes, nas escolas, os alunos são motivados apenas a reproduzir o conhecimento, o que, felizmente, não aconteceu nesta prática desenvolvida pelo pesquisador. Na referida prática, os participantes puderam perceber a eclíptica da Terra, pois as distâncias entre uma marcação e outra não foram constantes. Logo um discente levantou a

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – Mestrado

seguinte hipótese: “É porque os círculos eram diferentes em virtude da órbita da terra ser um círculo achatado” – elíptica. Outro afirmou que não era por isso, mas, sim, porque o “eixo da Terra não é reto”. Os demais alunos afirmaram que a hipótese do primeiro aluno estava correta. Então, foram explicados os conceitos astronômicos que envolvem esse fenômeno, que acontece em virtude da inclinação do eixo da Terra.

Dessa forma, os alunos foram instruídos a conjecturar e, após orientação, construíram conhecimentos a respeito do fenômeno. Segundo Steinbruch e Winterle (1987), “a excentricidade é um número dado por  $e = \frac{c}{a}$ ”, onde  $a$  é o semieixo maior da elipse e  $c$  é a distância focal da elipse. Nesse caso, para o planeta Terra, sua excêntrica é  $e = \frac{4,5}{244,5} \cong 0,0184$ ; ou seja, praticamente zero. Nesse caso, é impossível perceber esta excentricidade sem o uso de instrumento astronômico com uma precisão de milésimo. O experimento do relógio de Sol não fornece esta precisão, mas traz um excelente conceito a respeito do fenômeno eclipse terrestre.

A respeito desse tipo de atividade, Langhi e Nardi (2012, p. 152) afirmam que as “atividades práticas com ênfases em demonstrações abertas consistem num ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com a possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado, levantando hipóteses e incentivando-se a reflexão crítica”. Corroborando com esse pensamento, Caniato (2011, p. 21) lembra que “a eclíptica é o caminho aparente do Sol pela esfera celeste no decorrer do ano e pontos em que ela e o Equador se encontram são chamados *pontos equinociais* ou *equinócios*”. Seguindo esses preceitos, elaborou-se e desenvolveu-se a presente atividade de investigação.

A sombra do bastão foi utilizada para medir o tempo. Essa medição era feita pelos homens primitivos devido ao crescimento da sombra até ao meio dia e ao seu decréscimo na

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

medida em que o dia se exauria. Então, um aluno levantou o seguinte questionamento: “*nesse caso, o homem pré-histórico marcava o tempo assim*”? A arguição do discente foi complementada com a explicação de que este instrumento foi o primeiro “relógio” descoberto pelo homem. Essa atividade propiciou a percepção do aumento da sombra e, também, da variação do ângulo entre uma marcação e outra. O objetivo dessa prática foi evidenciar, para os alunos, a variação da distância entre cada círculo em relação ao movimento do Planeta Terra, bem como, a variação angular. Os discentes também puderam perceber que o eixo da Terra é ligeiramente inclinado, cerca de  $15^\circ$ , pois a distância entre uma marcação e outra não se repetiu no decorrer da tarde.

Também foi abordada a relação dessa sombra com a evolução da Matemática e da Física, uma vez que conteúdos de geometria plana e gravitação universal estão presentes no fenômeno da variação da sombra e do ângulo de incidência dos raios solares sobre a superfície terrestre. Para que o homem pudesse desenvolver e fazer uso das tecnologias atuais, em previsões de cheias dos rios e das marés alta e baixa, entre outros fenômenos, foram utilizados os dados observados no decorrer dos anos. De acordo com Caniato (2013), o aprendizado é um aspecto da necessidade humana, herdado no decorrer do desenvolvimento das culturas. Portanto, podemos observar que esses acontecimentos estão intrinsecamente ligados à posição de inclinação do eixo da Terra, tomando o Sol, ou o polo Sul celeste, como referencial.

Essa atividade, que iniciou às 13h, teve a duração de 5 horas. A cada hora, um grupo de três alunos fazia a marcação da sombra que a vareta projetava naquele momento. Ao término da atividade, havia seis círculos, pois, entre um círculo e outro, era computada uma hora. Como, a cada hora, era necessário sair para fazer a medição da sombra do relógio de Sol, foi consensual que, cada vez, iria um grupo de três alunos. E assim foi feito: sempre que



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

era feita a marcação, eles retornavam à sala e já informavam que “*as distâncias não estavam ficando iguais*”.

Ao final das atividades, os alunos relataram oralmente que tiveram um excelente momento de aprendizagem, pois a prática teria esclarecido diversas dúvidas que eles tinham a respeito de assuntos de geografia, física e matemática e que agora conseguiam entender melhor os conceitos envolvidos nos conteúdos estudados em sala de aula, nas referidas disciplinas. Observou-se que a construção do relógio de Sol pode ser utilizada pelo professor, em sala de aula, visando melhorias no processo de ensino e de aprendizagem.

### **Referências**

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.136p.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Secretaria de Educação Básica. – Brasília: MEC/SEB, 2000. 109 p.

\_\_\_\_\_. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+) ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas Tecnologias**. – Brasília: MEC/SEB, 2002.

BRETONES, Paulo Sergio. Atividades Didáticas de Astronomia em Escolas Municipais: Palestras, relógios de Sol e Sistema Sola em escala. In. LONGHINE, Marcos Daniel (org.). **Ensino de Astronomia na Escola: concepções, ideias e práticas**. Campinas, Átmo, 2014.p. 401-423.

CANIATO, Rodolpho. **O céu**. Campinas: Átomo, 2011.

\_\_\_\_\_. **(Re)descobrimo a astronomia**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2013.

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

FARIA, Romildo Póvoa (org.). **Fundamentos de Astronomia**. Campinas: Papyrus, 1982.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física: ensino médio 1**. São Paulo: Ática, 2010.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação em astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2012.

MOREIRA, Marco Antônio. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.22, n.1, p. 94-99. 2000.

POZO, Juan Ignacio, CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RONAN, Colin A., **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge, Vol. 1: das origens à Grécia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

SNYDERS, George. **Alunos felizes: reflexão sobre a alegria na escola a partir de textos literários**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

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