

RELOGIO DE SOL DAS REGIÕES BRASILEIRAS: UMA EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR COM O FUNDAMENTAL.

Flávio Borges do Nascimento, Tatiane Santos Xavier*

Secretaria de Educação Municipal de Monte Mor- Brasil; Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, PECIM, UNICAMP*. Brasil
fgeop@yahoo.com.br, tatianesxnm@gmail.com

Resumo

A presente experiência é parte de uma tese de doutoramento que relata uma experiência desenvolvida com estudantes do 6º ano do ensino fundamental II. O objetivo da pesquisa está pautado em realizar experiências práticas astronômicas que visam auxiliar materiais didáticos conteudistas, onde não ocorrem a existência de interdisciplinaridade e aprendizagem significativa. A construção do relógio solar, surge como proposta interdisciplinar entre Matemática, Geografia e ciências, proporcionando a construção gradativa do conhecimento científico ao transitar pelo universo matemático e geográfico abordando diversos conceitos como, equinócio, solstício, rotação, translação, latitude, longitude, medida, ângulo, distância, perpendicularidade, circunferência, triângulo, semelhança, regra de três e trigonometria.

Introdução

A Astronomia é uma das Ciências mais antigas de que a humanidade tem conhecimento, as primeiras evidências do registro deste conhecimento são encontradas em gravuras rupestres, que denotam a passagem de cometas e meteoros, (Barreto, 2001). Aos olhos de, (Hart, Davis, 2010), tais conhecimentos foram muito úteis para guiar navegadores no período das grandes navegações.

Segundo Romanelli (1995), o ensino de astronomia no Brasil remonta do período colonial e está diretamente ligado ao ensino empregado pelos jesuítas que eram membros da Companhia de Jesus, fundada em 1534 por Inácio de Loyola. O padre Manuel da Nobrega fundou a primeira escola primária do Brasil na cidade de Salvador, BA, em 1549, chamada “escola de ler e escrever”.

A astronomia como conteúdo escolar, pode ser analisada a partir do primeiro curso formal de graduação em astronomia do Brasil criado em 1958, na antiga Universidade do Brasil, mas com o tempo, estes cursos foram perdendo força e, com o decreto de 1942, do Estado Novo, o ensino foi modificado e a astronomia deixou de ser disciplina específica (Langhi, Nardi, 2010). Nas reformas ocorridas na educação brasileira, os conteúdos de astronomia passaram a fazer parte de disciplinas como ciências e geografia no ensino fundamental e física no ensino médio e ainda proporciona interdisciplinaridade entre Matemática, História, Ciências, Geografia e Artes, Ghirdelli (2006). Para Fazenda (2001), interdisciplinaridade pode ser compreendida como sendo um ato de troca, de reciprocidade

entre as disciplinas ou ciências, ou melhor, de áreas do conhecimento. É de extrema importância aproveitar a oportunidade proporcionada com o trabalho interdisciplinar para a construção de projetos ou até mesmo instrumentos educativos, tais como o relógio solar, a transformação de teoria em prática é conceituada por diversos teóricos como aprendizagem significativa.

Na visão de Ausubel (2000), aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e essa interação é não-literal e não-arbitrária.

De acordo com Gowin (1981) aprendizagem significativa depende da captação de significados, um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente. A construção do relógio de sol é apresentada nesta experiência como uma alternativa de atividade que proporciona a aprendizagem significativa.

Não se sabe ao certo determinar quando e onde surgiu o primeiro relógio solar, com o passar dos séculos, a humanidade começou a desenhar marcações em torno dos gnomos simbolizando as unidades de tempo, dessa forma, pode-se observar a passagem do tempo com relativa precisão, com o desenvolvimento da trigonometria pelos matemáticos gregos, as marcações que indicavam as horas passaram a ser determinadas, não mais somente por meio da geometria, mas também com a aritmeticamente. Isto permitiu, ao longo dos séculos, o desenvolvimento dos mais sofisticados relógios de Solares, (Souza *et. al.*, 2003). A haste do aparelho, marcador de horas, é conhecida por Gnômon, que, em grego, significa relógio de sol, (Bergmann; Fraquelli;2009).

Desenvolvimento

Alguns materiais são necessários para a construção, dentre eles, cartolina branca ou capa de caderno, placa de isopor, 4cm de espessura, tesoura, ou estilete, transferidor, régua, esquadro, espetinho de churrasco para atuar como gnômon, lápis, caneta, cola ou fita adesiva.

Utilizando um compasso, marque sobre a placa de isopor, ou capa de caderno, cartolina, uma circunferência com cerca de 30 cm de diâmetro. Corte esse círculo com um estilete, também pode ser feito com um transferidor contornando com um lápis a partir do zero grau até 180 graus. Em seguida, utilizando a parte da régua do transferidor, desenhe sobre as duas faces do círculo segmentos de reta conforme a Figura 1. O ângulo entre segmentos de reta consecutivos é de 15° . Insira o gnômon no centro do círculo, perpendicularmente ao mesmo. A seguir, construa também uma base horizontal, sobre a qual ele é mantido a um ângulo fixo, que faz um ângulo com a horizontal igual à latitude do lugar. Modelos permanentes ou mais sofisticados podem ser feitos de madeira ou metal.

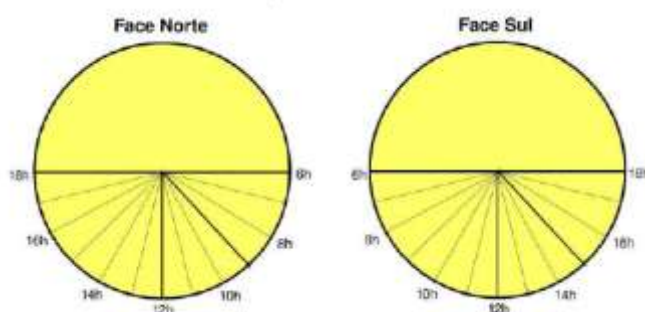


Figura 01: Modelo esquemático da face norte e face sul do relógio solar equatorial, fonte: Atividades

práticas para o ensino de Astronomia Profs. Roberto Pereira Ortiz e Diego A. Falceta Gonçalves.

Não existe um Relógio de Sol que seja universal, logo, se quisermos um instrumento solar que nos indique a hora de forma precisa, devemos projetá-lo de acordo com o local onde ele será instalado e de acordo com o tamanho que se dispõe para construí-lo (Machado et al.,2010). Existem diversos tipos de relógios solares, entretanto todos tem em comum a necessidades de o gnômon (ponteiro), estar alinhado com o eixo de rotação da Terra, ou seja, apontando para o polo Sul (ou Norte) celeste. Portanto, o posicionamento do instrumento solar e seu correto funcionamento depende do conhecimento de duas informações, a primeira é a direção do ponto cardeal Norte (ou Sul) verdadeiro (ou geográfico), a segunda é a latitude do local, que é o ângulo que o gnômon fará com a horizontal. Portanto, o painel desse tipo de Relógio de Sol é perpendicular ao gnômon. O Relógio de Sol Equatorial recebe este nome porque sua sombra é projetada sobre um disco paralelo ao equador terrestre. O prolongamento imaginário desse plano intercepta a esfera celeste no equador celeste, (Santos; 2005).

Para se construir o relógio alguns conceitos são trabalhados, em geografia são abordados, conceitos de orientação geográfica, construção de rosa dos ventos, equinócio, solstício, movimentos da Terra, como a rotação e translação, latitude e longitude, definição do meio dia exato, determinação exata dos pontos cardiais. Em matemática são feitas experiências com tamanhos e direções de sombras, determinação do meridiano local e dos pontos cardiais, medida, ângulo, distância, bissetriz, perpendicularidade, circunferência, triângulo, semelhança, regra de três e trigonometria.

O movimento “aparentemente” do Sol tem duração aproximada de 24 horas, em um círculo temos 360 graus, logo, dividindo 360 graus por 24 horas obtemos 15 graus para cada hora, ou seja, o Sol aparentemente “gira” 15 graus em cada hora ao redor da Terra (Santos; 2005), assim, em um modelo simplificado para o 6º ano, cada linha de hora distancia-se 15 graus uma das outras.

A latitude e a longitude do local a ser construído o relógio pode ser encontrada em um site comum de busca, e assim, definir a inclinação ideal para se obter as horas corretamente, é importante ressaltar que a leitura do relógio do Sol refere-se ao centro do fuso horário, no que se refere ao caso da faixa atlântica brasileira, o centro do fuso situa-se à longitude de 45°W. É necessário aplicar uma correção para a longitude, caso o local onde está instalado o Relógio de Sol não se situe exatamente sobre essa longitude. A correção é de 4 minutos por grau a leste ou oeste de 45°W. Por exemplo: em São Paulo, onde a longitude é de 46,6°W, a correção a ser aplicada refere-se à diferença entre esse valor e 45°W, ou seja: 1,6°, este valor corresponde a 6,4 minutos, o resultado pode ser adquirido a partir de uma simples conta utilizando regra de três, em síntese, a cidade de São Paulo situada a oeste de 45° W, deve-se somar 6,4 minutos à hora fornecida pelo Relógio de Sol, assim a correção da longitude deve ser acrescida aos instrumentos solares fornecendo horários compatíveis com a localidade.

Propuestas para la enseñanza de la matemática

A confecção do relógio solar foi desenvolvida em uma escola municipal da cidade de Monte Mor-SP e em uma escola particular da cidade de Campinas-SP, sendo que a construção foi proposta pelo docente na primeira semana de aula, ou seja, antes de estudarem os conceitos teóricos nas disciplinas de geografia, matemática e ciências, o professor apresentou um relógio solar para a turma e construiu primeiramente o relógio horizontal durante a aula, o estudante Anthoni 6º ano A da escola municipal solicitou a palavra e disse:

“Vendo você fazer eu achei muito fácil e não vejo a hora de construir um também”

A estudante Amanda 6º ano B da escola de ensino particular afirmou:

“Sempre quis aprender astronomia, não vejo a hora de aprender e ensinar o meu pai, ele também adora coisas da astronomia e acho que ficará muito feliz comigo”

Nesse momento foi solicitado a eles que construíssem o seu primeiro relógio solar em sala no caderno, para entender assim a metodologia de construção inicial, conforme figura 02.

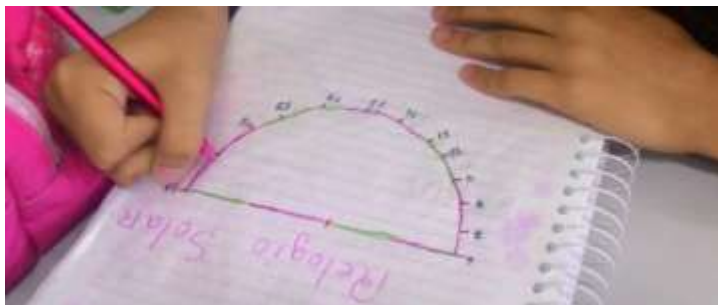


Figura 02: Construção do primeiro relógio solar no caderno.

O relógio solar vertical foi apresentado aos alunos e o docente explicou como se daria a construção desse modelo, apontou as principais diferenças entre os instrumentos, a informação mais importante foi também a que gerou mais apreensão, como calcular a latitude? O ângulo de inclinação do aparelho. Nesta fase os estudantes montaram equipes que escolheram regiões brasileiras, o primeiro passo foi encontrar a latitude e a longitude do local escolhido, para depois iniciar a construção do relógio, por fim o docente informou que a inclinação da latitude poderia ser feita com uma espécie de “triângulo”. O estudante João Pedro 6º B disse:

“Agora que vai ficar difícil, triangulo não é coisa da matemática? Nós vamos aprender matemática em astronomia?”

O professor explicou que o relógio solar é um instrumento interdisciplinar e que conceitos de Matemática, ciências, geografia e história são extremamente importantes para a construção de instrumentos astronômicos. Os instrumentos foram começaram a ser confeccionados, desta vez, as dificuldades apareceram no momento de entender latitude, e como fazer o suporte se sustentação com os graus correspondentes a latitude de cada capital das regiões escolhidas, conforme pode ser visualizado na figura 03.



Figura 03: Suporte de inclinação das latitudes com ângulos calculados incorretamente.

Um fator importante que os estudantes não compreenderam inicialmente, está relacionado a metodologia de confecção da inclinação do relógio vertical, pois eles construíram uma espécie de triângulo com a latitude exata do local, o correto seria fazer um triângulo com 90° e retirar o ângulo

correspondente a latitude do local desejado, no caso de São Paulo, deve-se retirar aproximadamente 23° do triângulo feito contendo 90° , portanto, a base de inclinação deverá ter aproximadamente 67° , assim o relógio estará inclinado em 23° apoiado em uma base contendo 67° alinhado com o equador solar, conforme figura 04.



Figura 04: Relógio feito com a inclinação correta da latitude para as capitais da região nordeste.

Resultados e discussão

Com a confecção do primeiro instrumento solar muitas dificuldades apareceram e 14 incoerências diferentes foram contabilizados pelo docente, a maior parte está diretamente relacionada a ausência de conhecimento quanto ao uso do transferidor nos anos iniciais, conforme pode ser visto na tabela 01.

Nº	Principais problemas apresentados	Hipótese de causas possíveis
01	Estudantes que não sabiam qual a utilidade de um transferidor e alguns não sabiam que aquele instrumento recebia esse nome.	Ausência de utilização transferidor nas séries iniciais, pois na atualidade o uso do equipamento ocorre somente no 6º ano do ensino fundamental.
02	Dificuldade em utilizar e conseqüentemente construir o relógio com o transferidor de 360°	
03	Utilização da parte interna do transferidor para construir o relógio.	

Propuestas para la enseñanza de la matemática

04	Realizaram as marcações utilizando a distância de 5 em 5 graus, quando deveria ser de 15 em 15°	Nestes caso os conteúdos de astronomia estão distribuídos em duas disciplinas, geografia e ciências, tais conceitos necessitam do uso do transferidor nos primeiros meses do ano, no caso das escolas em questão o transferidor é utilizado na matemática apenas nos últimos meses do ano, ou seja, não estão organizados para serem trabalhados interdisciplinarmente proporcionando aos estudantes conhecimentos soltos não havendo conexão entre as disciplinas e consequentemente não havendo aprendizagem significativa.
05	Erros ao somar e realizar marcações de 15 em 15 graus	
06	Erro no momento de escrever as horas, colocaram em graus quando deveriam ter colocado horas, mesmo com o modelo na lousa.	
07	Não conseguiram encontrar o centro do transferidor	
08	Relógios com marcações de 24 horas feitos com transferidor de 360°	
09	Ao marcar as horas pularam horas de 3 horas foi para seis horas	
10	Relógio construído com horário invertido, 6 horas para o leste e 18 horas para o oeste quando construíram a face sul	
11	Números das horas feitos ao contrário, de cabeça para baixo	
12	Determinação do ponto central do transferidor para direita e para esquerda, gerando a marcação das horas incorretas.	
13	Determinação da parte central no meio do relógio, gerando marcações incorretas.	
14	Relógio construído para funcionar em por 14 horas faltando linha de marcação das horas.	

Tabela 01: Erros ocorridos durante a confecção do relógio solar horizontal.

Os materiais adotados pelos dois sistemas de ensino podem ser considerados conteudista, não havendo propostas de trabalhos com projetos, experiências interdisciplinares ou atividades alternativas para aprofundamento com alternativas que proporcionem um significado ao estudante.

A experiência interdisciplinar é extremamente importância para compreender e relacionar os conceitos abordados.

Uma pergunta foi realizada aos estudantes que confeccionaram o instrumento solar: “A construção dos instrumentos ajudou a entender os conteúdos de matemática e geografia?” A pergunta foi respondida por 90 participantes e a grande maioria dos estudantes posicionou-se positivamente a construção do relógio solar como ferramenta de auxílio na compreensão do processo de ensino e aprendizagem matemático, conforme figura 04.

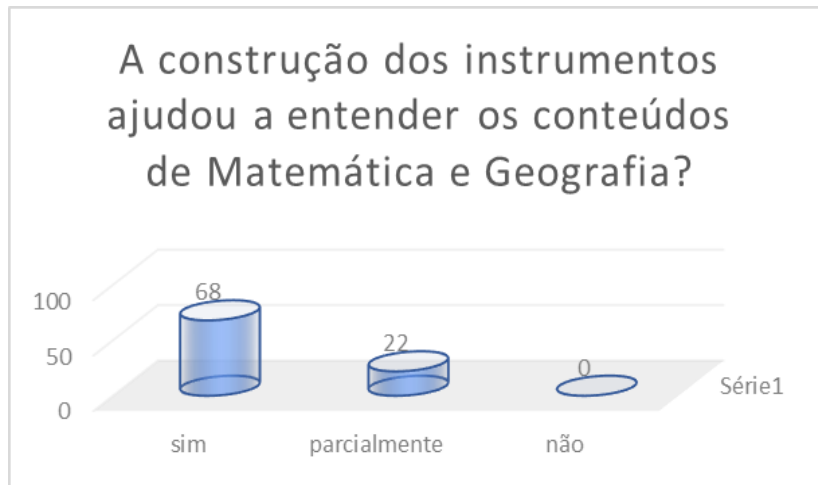


Figura 04: Gráfico com resultados obtidos por meio de pergunta aos estudantes.

No total 68 alunos responderam que o instrumento astronômico ajudou nos estudos, principalmente o conceito de perpendicularidade, pois, eles identificaram um significado perante a conhecimentos teóricos e observaram uma possibilidade de terem aulas de forma diferente e principalmente colocar em prática e exercitar os conceitos apresentados em sala, 22 estudantes responderam parcialmente. Pode-se interpretar esse dado como sendo de alunos que apresentam pouca familiaridade e dificuldades com construções manuais ou até mesmo com a astronomia. Por fim, nenhum estudante respondeu que o relógio não ajudou no entendimento da Matemática e geografia. O estudante Anthoni 6º A da escola municipal afirmou:

“Não foi tão difícil quanto parecia e o mais legal é ver onde a matemática e a geografia podem ser utilizadas, gostei muito e quero construir outros relógios e já ensinei para os meus pais”

Foi solicitada a opinião da professora de matemática a respeito da construção do instrumento e também se a atividade foi positiva ou contribuiu de alguma forma no processo de aprendizagem dos estudantes.

“Sou professora a 16 anos e nunca havia trabalhado interdisciplinarmente com astronomia, pois não tenho essa habilidade e competência. No momento em que solicitei aos estudantes para trazerem o transferidor eles retiraram da bolsa e afirmaram que já conheciam, então pedi para me explicarem seu funcionamento e eles explicaram me mostrando como encontrar a latitude de um local, para mim ficou evidente que uma atividade prática faz toda a diferença, nenhum aluno me perguntou, para que serve isso? Pois todos sabiam qual a utilidade, eu adorei”

O término da atividade ocorreu com em um dia ensolarado onde foram realizados os testes práticos. O professor sugeriu a seus estudantes que cotidianamente observem os fenômenos astronômicos, como o movimento aparente do sol descrevendo arcos em um plano

perpendicular ao eixo terrestre, explicou também que o momento de maior utilização dos aparelhos ocorreu durante a Idade Média, muitas catedrais e igrejas regulavam o momento das missas utilizando o relógio solar. Com a criação de relógios mecânicos, os relógios solares tornaram-se obsoletos e hoje é muito comum vê-los em praças públicas e museus astronômicos.

Referências bibliográficas

- Ausubel, D.P. (2000). *Aquisição e retenção de conhecimentos*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Alves, S. (2006). A matemática do GPS. *RPM*, 59.
- Bruner, J. (1973). *O processo da educação*. São Paulo: Nacional.
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Boyer, C. B. (1974). *História da Matemática*. Gomide: Ed. Edgard Blucher.
- Fazenda, I. C. A. (1994). *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papirus.
- Friça, A. C. S., Dal Pino, E., Sodré Jr., L., Jatenco-Pereira, V. (2000). *Astronomia: uma Visão Geral do Universo*. São Paulo: Edusp.
- Ghiraldelli Jr., P. (2006), *Historia da Educação Brasileira*, São Paulo: Cortez.
- Hogben, L. (1958). *Maravilhas da Matemática*. Porto Alegre: Ed. Globo.
- Klein, J. (1990). *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Detroit: Wayne State University.
- Klein, J. (1999). *Mapping Interdisciplinary Studies. The Academy in Transition*. Washington, DC: Association of American Colleges and Universities.
- Langhi, R. (2009). *Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores*. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, Brasil.
- Moreira, M.A. (2005). *Aprendizaje significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.
- Moreira, M.A. (2006). *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do Autor.
- Mourão, R. R. (2004). *Manual do Astrônomo*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed.
- Santos, C. C. (2005). *Ensino de ciências: abordagem histórico-crítica*. São Paulo: Autores Associados
- Valadares, J. e Moreira, M.A. (2009). *A teoria da aprendizagem significativa: sua fundamentação e implementação*. Coimbra: Edições Almedina.