

## RELOGIO SOLAR DAS CAPITAIS BRASILEIRAS: UMA ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR COM O FUNDAMENTAL

Flávio Borges do Nascimento  
Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática-PECIM, UNICAMP  
fgeop@yahoo.com.br

Tatiane Santos Xavier do Nascimento  
Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática-PECIM, UNICAMP  
tatianesxmat@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.

**Palavras-chave:** Matemática; Geografia; Relógio solar; Aprendizagem significativa.

### 1. Introdução

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

Não se sabe ao certo determinar quando e onde surgiu o primeiro relógio solar, sabe-se que com o passar dos séculos, a humanidade começou a desenhar marcações em torno dos gnômon, que é a haste do aparelho, que em grego, significa relógio de sol, (BERGMANN; FRAQUELLI; 2009), assim simbolizavam 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 aritmeticamente. Isto permitiu, ao longo dos séculos, o desenvolvimento dos mais sofisticados relógios solares, (SOUZA *et. al.*, 2003).

De acordo com (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, entretanto, estes cursos foram perdendo força, pois o decreto de 1942 do Estado Novo, proporcionou uma mudança no ensino brasileiro e com isso a astronomia deixou de ser disciplina específica do currículo escolar, (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 II e física no ensino médio, entretanto os materiais didáticos tentam os conceitos astronômicos de tal modo que o trabalho interdisciplinar seja privilegiado principalmente entre Matemática, Ciências e Geografia, (GHIRALDELLI, 2006). A interdisciplinaridade segundo (FAZENDA, 2001), pode ser compreendida como sendo um ato de troca, de reciprocidade entre as disciplinas ou ciências, ou melhor, de áreas do conhecimento. Sendo de extrema importância aproveitar a oportunidade proporcionada com o trabalho interdisciplinar para a construção de projetos ou até mesmo instrumentos educativos, no caso deste trabalho, o relógio solar foi escolhido como instrumento que pode auxiliar a aplicação de conhecimentos científicos de forma prática e interdisciplinar. A tentativa de transformação de aspectos teóricos em prática é conceituada por diversos teóricos como, aprendizagem significativa.

De acordo com (GOWIN, 1981) aprendizagem significativa depende da captação de significados, um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente. Na visão de (AUSUBEL, 2000), aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e essa interação é não-litera e não-arbitrária. A aprendizagem significativa para (MOREIRA, 1997), é um mecanismo humano, que tem a função de adquirir e armazenar uma vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento, para que os mecanismos

sejam acionados, é preciso que o estudante já possua algum conhecimento prévio, ou seja, já deve existir uma estrutura cognitiva em funcionamento.

## 2. Procedimentos Metodológicos

Alguns materiais são necessários para a experiência de construção, dentre eles, cartolina branca ou capa de caderno, também pode ser utilizada placa de isopor com 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  $15^\circ$ . 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.

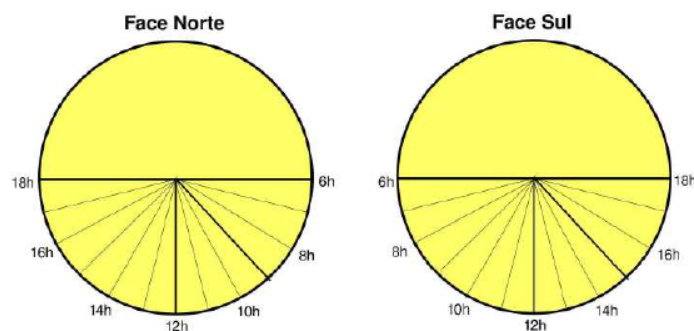


Figura 01: Modelo esquemático da face norte e face sul do relógio solar equatorial, fonte: (ORTIZ, 2011a)

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., 2013). Existem diversos tipos de relógios solares, entretanto todos tem em comum a necessidade de o gnômon, 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 cardinal 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, a base 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 cardeais. Em matemática são feitas experiências com tamanhos e direções de sombras, determinação do meridiano local e dos pontos cardeais, 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 será de 4 minutos por grau a leste ou oeste de 45°W. 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 calculo matemático 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.

A confecção do relógio solar foi desenvolvida em uma escola municipal da cidade de Monte Mor-SP e em uma escola privada da cidade de Campinas-SP, onde o pesquisador de geografia é docente e a pesquisadora de matemática foi convidada a implantar a experiência foi desenvolvida com duas salas de sexto ano de cada escola. A experiência interdisciplinar

iniciou na primeira semana de aula do ano letivo, ou seja, antes dos estudantes receberem os conceitos teóricos nas disciplinas de geografia, matemática e ciências. A primeira fase ocorreu com a apresentação de um relógio solar horizontal para a turma, neste momento foi explicada a importância histórica do instrumento e assim o docente construiu o relógio horizontal durante uma aula. O estudante Anthoni 6º ano A da escola municipal solicitou a palavra e falou, “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 privado 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, essa fase ocorreu em sala, o instrumento deveria ser feito no caderno. O objetivo dessa fase estava pautado em ajudar os estudantes a compreender a metodologia de construção, principalmente relacionado ao uso do transferidor, circunferência e pontos cardeais, conforme pode ser visto na figura 02<sup>a</sup> e 2 b.

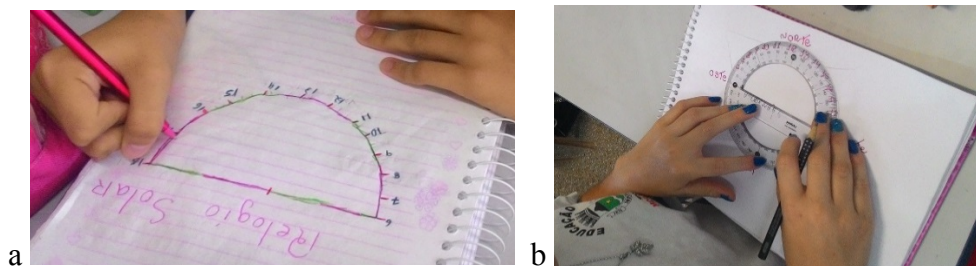


Figura 02: Construção do primeiro relógio solar no caderno.

A primeira fase foi finalizada com a confecção do modelo horizontal, iniciou-se então a segunda fase de confecção, nesse momento ocorreu a apresentação do relógio solar vertical, 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 que é o ângulo de inclinação do instrumento? Nesta fase, os estudantes montaram equipes que definiram como critério de escolha, regiões brasileiras, o primeiro passo dessa fase foi encontrar a latitude e a longitude dos locais desejados, para depois iniciar a construção do aparelho, a latitude e longitude de um local é facilmente encontrada por meio de um site de busca da internet. A informação seguinte estava relacionada a inclinação da latitude, assim um estudante se poderia ser feita com uma espécie de “triângulo”. O estudante João Pedro 6º B disse, “Agora que vai ficar difícil, triângulo não é coisa da matemática? Nós vamos aprender matemática em astronomia?”

O professor pesquisador 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 relógios começaram a ser confeccionados

com o auxílio direto da docente de matemática que auxiliou diretamente na assimilação dos graus, na construção de tipos simplificados de triângulos, no cálculo das latitudes e principalmente como aplicar a correção da longitude. As dificuldades apareceram no momento fazer o suporte se sustentação, espécie de triângulo simplificado, com os graus correspondentes a cada capital das regiões escolhidas pelos estudantes, algumas incoerências foram observadas e podem ser visualizadas na figura 03.

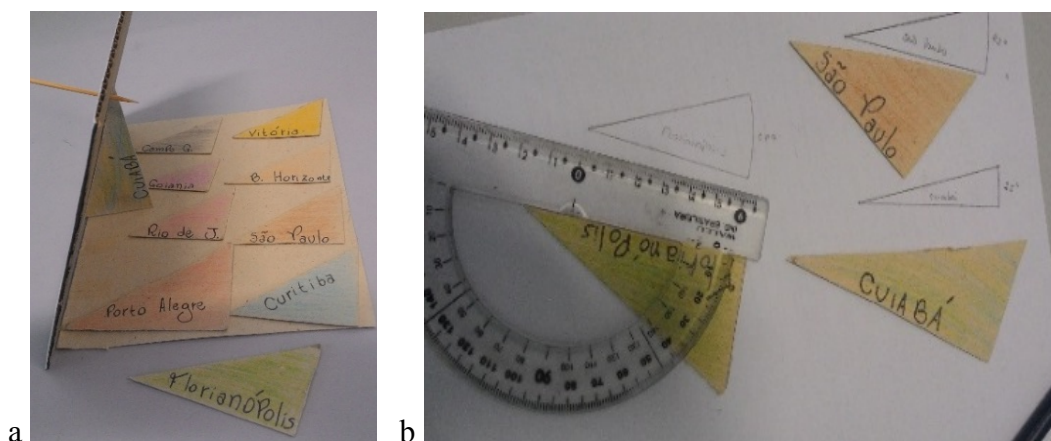


Figura 03: Suporte de inclinação das latitudes, feitas com ângulos calculados incorretamente.

Um fator importante que os estudantes não compreenderam inicialmente, estava 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 ângulo de  $90^\circ$  e a partir deste retirar o ângulo correspondente a latitude do local desejado, no caso de São Paulo, deve-se retirar aproximadamente  $23^\circ$  do triângulo feito contendo  $90^\circ$ , portanto, a base de inclinação deverá ter aproximadamente  $67^\circ$ , assim o relógio estará inclinado em  $23^\circ$  apoiado em uma base contendo  $67^\circ$  alinhado com o equador solar, conforme figura 04.

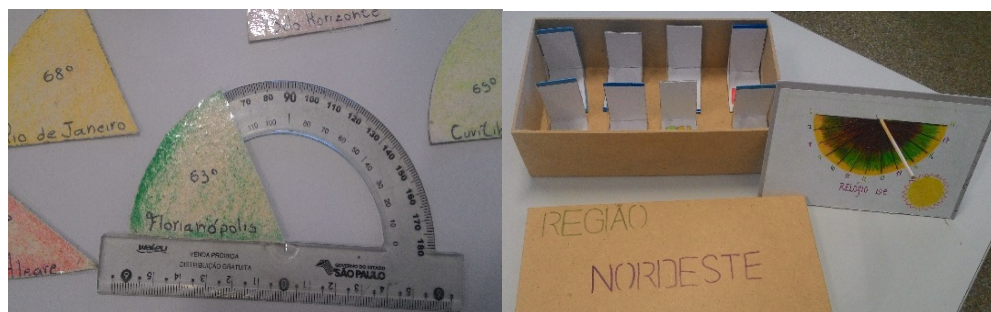


Figura 04: Relógio feito com a inclinação correta da latitude para as capitais da região nordeste.

### 3. Resultados e discussão

Com a confecção do primeiro instrumento solar, muitas dificuldades apareceram e 14 incoerências diferentes foram contabilizados pelos docentes, 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. 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.
02	Dificuldade em utilizar e conseqüentemente construir o relógio com o transferidor de 360º	
03	Utilização da parte interna do transferidor para construir o relógio.	
04	Realizaram as marcações utilizando a distância de 5 em 5 graus, quando deveria ser de 15 em 15º	
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 360º	
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 conceitos relacionados a ângulos e trabalhos manuais com uso de transferidor, não são utilizados no ensino fundamental I com os estudantes nas séries iniciais. 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 como forma de proporcionar um significado ao estudante, sendo assim esta

experiência interdisciplinar extremamente importante para que se possa compreender e relacionar os conceitos abordados nas disciplinas.

Foi solicitado aos estudantes que respondessem uma pergunta a respeito da confecção do 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.

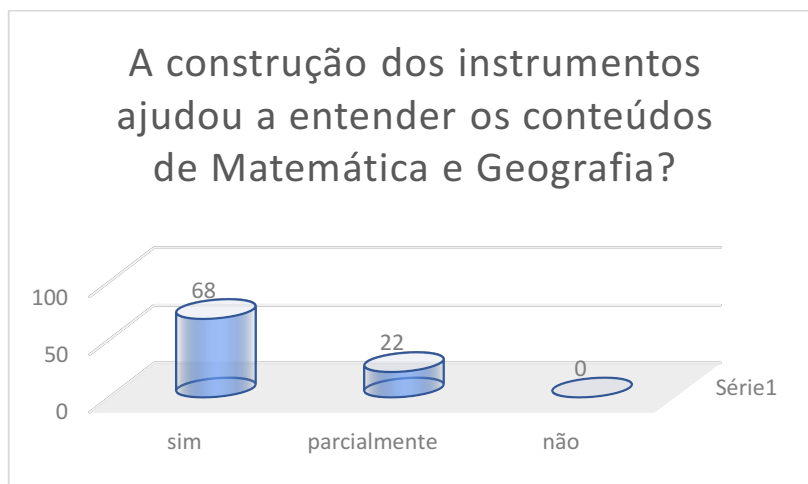


Figura 04: Gráfico com resultados obtidos por meio de pergunta aos estudantes.

No total 68 alunos responderam que o instrumento astronômico ajudou na compreensão dos conceitos abordados, principalmente o conceito de perpendicularidade e graus, pois, eles identificaram um significado perante a conhecimentos teóricos, assim observaram uma possibilidade de terem aulas de forma diferente e principalmente, exercitar de forma prática 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 da escola privada 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 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.

#### 4. Referências

AUSUBEL, D.P., The acquisition and retention of knowledge. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BARRETO, P. Possíveis representações pré-históricas de eocos. IV Encontro Nacional de Astronomia, Salvador: Copydesk, 2001.

BERGMANN, T. S; FRAQUELLI, H. A. Construção de um Gnomon e de um Relógio Solar; 2009. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/~riffel/notas\\_aula/ensino\\_astro](http://www.if.ufrgs.br/~riffel/notas_aula/ensino_astro)>. Acesso em 03 de Ago. 2015.

FAZENDA, I. C. A. «Avancées théorico-méthodologiques de la recherche sur l'interdisciplinarité au Brésil», em Y. Lenoir, B. Rey e I. Fazenda (Orgs.), Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement (Sherbrooke: Éditions du crp, 2001.

GHIRALDELLI Jr., P. História da Educação Brasileira, São Paulo: Cortez, 2006.

GOWIN, D.B. Educating. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1981.

HART-DAVIS, A. 160 séculos de ciências. São Paulo: Duetto Editorial, v. 1, 2010.

LANGHI, Rodolfo. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

MACHADO, M. A. D. et al. O Ensino de Astronomia em uma Escola Básica a partir de uma Pesquisa colaborativa entre Universidade-Escola no âmbito do Projeto PIBID/CAPES. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19.,2011, Manaus. Anais Eletrônicos... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física (SBF), 2011. Disponível em: Acesso em: Mar. 2013.

MOREIRA, Marco A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: Encontro Internacional sobre el aprendizaje significativo. 1997, Burgos. MOREIRA, M.A. et al. (Orgs.) Actas. Burgos: Universidade de Burgos, 1997, p. 19-44.

ORTIZ, R. Conceitos básicos em astronomia de posição. In: \_\_\_\_\_. Aprofundamento em astronomia para a docência. Leitura semana 3. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011a.

ROMANELLI, O. de O. (1995), História da Educação no Brasil, Petrópolis: Vozes.

SANTOS, C. C. Ensino de ciências: abordagem histórico-crítica. São Paulo: Autores Associados, 2005.

SOUZA, A. I. E. et al. O Ensino de Astronomia: Revivendo o projeto Céu. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19.,2011, Manaus. Anais Eletrônicos... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física (SBF), 2011. Disponível em: Acesso em: Mar. 2013.