



CHARLES LISBOA TENÓRIO DE MAGALHÃES

**ASTRONOMIA PRÁTICA: SITE COM ROTEIROS EXPERIMENTAIS PARA
O ENSINO DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

Maceió
Março de 2019

CHARLES LISBOA TENÓRIO DE MAGALHÃES

**ASTRONOMIA PRÁTICA: SITE COM ROTEIROS EXPERIMENTAIS PARA
O ENSINO DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da UFAL (Polo-36) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Mestre

Orientador: Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Maceió

Março de 2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale - CRB4 - 661

M188a Magalhães, Charles Lisboa Tenório de.

Astronomia prática : site com roteiros experimentais para o ensino de astronomia no Ensino Médio / Charles Lisboa Tenório de Magalhães. – 2019.
78 f. : il. color.

Orientador: Wagner Ferreira da Silva.

Dissertação (Mestrado Profissional em Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2019.

Bibliografia: f. 52-53.

Apêndices: f. 54-78.

1. Astronomia – Estudo e ensino. 2. Ferramentas educacionais. 3. Tecnologias da informação e comunicação. 3. Aprendizagem significativa. I. Título.

Dedico esta dissertação aos meus pais, Josemar Tenório de Magalhães Oliveira (in memoriam) e Enid Lisboa de Magalhães Oliveira aos meus irmãos e irmãs José de Amorim Lisboa Neto, Josemar Tenório de Magalhães Oliveira Júnior, Diana Lisboa Tenório de Magalhães e Alana Lisboa Tenório de Magalhães e ao meu filho David Silva Lisboa Tenório, fontes de inspiração e constante motivação.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus que em tudo em minha vida me conduz com sua proteção.

A todos os familiares e amigos que diretamente ou indiretamente me auxiliaram na direção desta conquista.

À Sociedade Brasileira de Física – SBF, pela implantação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, que tornou esta realização possível.

Aos amigos da turma MNPEF 2016: André Gonçalves Macêna Júnior, Erivaldo Douglas Santos de Lima, Glaucio Araújo do Nascimento, Jacqueline Maria de Oliveira Praxedes, Marcos Fabrício Lopes Alves, Michael Patrick Costa de Lucena, Paulo Victor Araújo Lopes (in memoriam), Rangel Florentino Bomfim, Reinaldo de Lima Oliveira Junior, Ronaldo Cristiano da Silva Moura e Tobias Marcelo do Nascimento, que com os quais tive o privilégio agradável de conviver.

Aos professores: Antonio José Ornellas Farias, Elton Malta Nascimento, Jenner Barretto Bastos Filho, Kleber Cavalcanti Serra, Maria Socorro Seixas Pereira, Pedro Valentim dos Santos, Samuel Silva de Albuquerque, pelos ensinamentos que me deram a possibilidade desta realização.

À secretária Valdiane Gomes Matias, que sempre de forma gentil nos prestou seus importantes serviços.

Ao professor Wagner Ferreira da Silva, pela grande confiança que teve em mim e também pela excelente orientação, sem a qual esse trabalho não teria sido possível.

Aos alunos que participaram da aplicação do produto educacional, pela grande contribuição para a finalização deste trabalho.

À CAPES pelo apoio financeiro pela bolsa concedida para a realização do meu mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Atualmente as tecnologias da informação e comunicação, as TICs, são uma realidade presente na vida de grande parte das pessoas. Hoje com a facilidade de acesso à internet, as TICs apresentam um grande potencial para serem utilizadas nos processos educativos. Experimentos, jogos, simulações, vídeos e outras mídias, possuem grande aplicabilidade nos processos da aprendizagem significativa e podem, facilmente, ter sua disponibilização tanto em computadores, como em smartphones e tablets. Este trabalho apresenta um site, na internet, com material didático de cunho prático para a disciplina de Astronomia. Apesar da vasta quantidade de informação que temos disponível atualmente, é de fácil constatação o fato de que muitas lacunas no ensino da Astronomia ainda precisam ser preenchidas no Brasil, dentre elas, encontrar informações de cunho prático e experimental para o ensino desta ciência. Esta dissertação, bem como o produto educacional que dela emerge, um site com informações didáticas e práticas sobre Astronomia, se propõe, como uma TIC cujo objetivo é facilitar, no âmbito da educação básica, o ensino de Astronomia, oferecendo a professores e estudantes informações e experimentos confiáveis que favoreçam o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que estabelece uma maior interação entre as informações veiculadas no cotidiano do aluno e o conhecimento formal estabelecido pela ciência.

Palavras-chave: Astronomia, TICs, Experimentos em Astronomia, Ferramentas Educacionais, Teoria da Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

Information and communication technologies, such as Information and Communication Technologies (ICTs), are a reality in the lives of most people. In our days, almost everybody has accesses to internet, and the ICTs have great potential to be used in educational processes. Currently, experiments, games, simulations, videos and other types of media, are at usage in the learning process, and they can be easily available on computers, smartphones, tablets, so on. This work presents a web site, with experimental procedures for astronomy teaching at high school. Although a lot of information are available in the internet, it is easy to verify the fact that many gaps in astronomy teaching still open in Brazil, as experimental procedures to astronomy teaching at high school. This work, as well the educational product, will provide many information, for teachers and students, about astronomy and practical experiment to be easily done, alone or in a class. We hope that the informations available in the web site will facilitate the teaching-learning process, since a better interaction between the theory and the student's daily life will be better established.

Keywords: Astronomy, ICTs, Astronomy Experiments, Educational Tools, Significant Learning Theory.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
1.1.	A Divulgação da Astronomia no Brasil.....	9
1.2.	A Importância do desenvolvimento deste trabalho.....	10
2.	A Teoria de Aprendizagem Significativa.....	13
3.	O Ensino de Astronomia.....	15
3.1.	A Importância do ensino de Astronomia na educação básica.....	15
3.3.1.	A Importância de ferramentas didáticas no ensino das Ciências.....	16
3.2.	A Importância das TICs na educação.....	18
4.	O produto educacional.....	20
4.1.	O site como produto educacional.....	20
4.2.	O desenvolvimento do site.....	20
4.3.	Apresentação do site.....	21
4.4.	Atividades Práticas disponível do site.....	25
4.4.1.	Experimento 1: Medindo Direções – Construindo um Gnômon.....	27
4.4.2.	Experimento 2: Medindo o Tempo – Construindo um relógio de Sol.....	29
4.4.3.	Experimento 3: Medindo Distâncias – Medindo o diâmetro do Sol.....	29
4.4.4.	Experimento 4: Ouvindo o Céu – Construindo um radiotelescópio.....	30
5.	A Física nos experimentos.....	32
5.1.	A importância dos experimentos no ensino de Astronomia.....	32
5.2.	A Física no experimento: medindo o diâmetro do Sol.....	32
5.2.1.	Aspectos teóricos do experimento medindo o diâmetro do Sol.....	33
5.2.2.	Determinação da distância da Terra ao Sol pelo modelo de Aristarco.....	35
5.3.	A Física do experimento construindo um Radiotelescópio.....	35
6.	A aplicação do produto educacional.....	40
6.1.	Aplicação do produto em sala de aula.....	40
6.2.	Análise dos resultados.....	42
7.	CONCLUSÕES.....	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
	APÊNDICES.....	54

1. INTRODUÇÃO

1.1. A Divulgação da Astronomia no Brasil

Até os anos 1980, o Brasil era um país extremamente carente em material didático e de divulgação científica na área de Astronomia. Naquela época, em nosso país, havia poucos títulos de livros sobre o assunto e o acesso a instrumentos astronômicos, como os telescópios, era algo muito difícil. Isto acontecia, em parte, devido à economia brasileira ser fechada a importações e da não existência de uma boa tecnologia a respeito de veículos de informações que facilitassem a propagação de conhecimentos.

Os computadores nesse período não eram acessíveis à grande maioria da população brasileira e por aqui quase não se ouvia falar sobre a internet. Naquela época, alguns livros didáticos de geografia e ciências do primeiro grau, hoje denominado Ensino Fundamental, traziam alguma informação sobre Astronomia em um ou dois pequenos capítulos. Estes textos deixavam muito a desejar em termos de conteúdos, pois eram muito superficiais e não contemplavam vários assuntos importantes sobre o tema. A isso era adicionado o fato de que a maioria dos nossos professores não tinha preparação suficiente para ministrar tais assuntos. Nesse período, no segundo grau, atual Ensino Médio, além dos capítulos que envolviam a gravitação universal, muito pouca coisa havia nos livros didáticos de Física sobre Astronomia.

Da década de 1980 para os tempos atuais as coisas vieram mudando gradativamente e, com o advento da internet, da TV a cabo e de vários outros meios e mídias de veiculação da informação, tornou-se fácil o acesso aos diversos temas das ciências e é claro que a Astronomia não ficou de fora. A informação tornou-se algo abundante, fácil de obter, além de ser atualizada numa rapidez vertiginosa. O desenvolvimento da tecnologia, em conjunto com a abertura para o mercado internacional, barateou a aquisição de instrumentos astronômicos, apesar dos altos impostos de importação praticados pelo governo brasileiro, e isso possibilitou a difusão da Astronomia como *hobby* no Brasil, fazendo surgir muitos astrônomos amadores e clubes de astronomia, o que facilitou para o público brasileiro o contato com os telescópios e outros instrumentos astronômicos.

Junto à abundância e a facilidade de acesso à informação, mudanças culturais e de hábitos também chegaram a nossa sociedade já globalizada e, para uma adequação da nossa população aos novos tempos, os processos educativos precisam acompanhar e se adaptar a essas mudanças. A Astronomia é uma ciência valorizada globalmente e atualmente também

no Brasil. É assunto de muitos livros, filmes, programas de TV e de vários espaços na internet. Os meios de comunicação frequentemente divulgam notícias sobre o tema e hoje ter compreensão sobre os mesmos vai além de uma mera curiosidade pessoal.

1.2. A Importância do desenvolvimento deste nosso trabalho

A necessidade de termos uma ferramenta educacional, em ensino de Astronomia, que trouxesse um material prático voltado para estudantes e professores do nível básico e que também ajudasse a preencher a grande lacuna que temos na falta desse tipo de material, foram as principais motivações para a criação do site Astronomia Prática como produto educacional. Houve também a intenção de levar a prática da mais antiga das ciências para interessados e *hobbyistas*. A isso também se juntou à vontade de disponibilizar um instrumento didático de modo que ele fosse voltado para a realidade cultural dos tempos atuais, onde as modernas tecnologias de informação e comunicação já se fazem presentes na vida de boa parte das pessoas.

Mesmo com a evidente importância a respeito dos conhecimentos sobre Astronomia, é muito comum entre alunos, e mesmo entre os professores do ensino básico, a seguinte pergunta: Para quê precisamos estudar Astronomia? A resposta para essa pergunta pode ser bem longa. Uma resposta sintetizada para essa pergunta poderia ser:

- A Astronomia, além de possivelmente ser a mais antiga das ciências, está intimamente ligada ao desenvolvimento da civilização como a conhecemos. Foi a Astronomia, devido ao estabelecimento do calendário, quem possibilitou o surgimento da Agricultura e, a partir daí, o homem deixou de ser nômade e passou a viver em aldeias. Da evolução destas surgiram vilas e cidades e, assim, desenvolveu-se a civilização.
- O conhecimento junto com o desenvolvimento de instrumentos astronômicos, como o sextante e o astrolábio, possibilitaram que a humanidade se aventurasse pelos oceanos nas grandes navegações dos séculos XV e XVI, permitindo a interação entre povos de praticamente todo o planeta.
- A Astronomia vem ao longo dos séculos revolucionando o pensamento humano. A revolução científica, conhecida também como a revolução Copernicana-Galileana-Kepleriana-Newtoniana, que teve início no começo da idade moderna, é um exemplo claro disto e esta nos conduziu ao processo, que modernamente, denominamos Ciência.

- Tem atualmente feito o homem se aventurar pelo espaço e nos alertado sobre diversos perigos que ameaçam o nosso pequeno planeta azul. Dentre estes perigos temos o do efeito estufa. Basta observar o planeta Vênus, que é o planeta mais quente do sistema solar e que apesar de estar numa zona térmica confortável para a vida, está sob a ação de um fortíssimo efeito estufa. Assim, a Astronomia nos fornece uma ideia dos processos deste efeito e o que pode acontecer com a Terra se este efeito ficar fora de controle.
- Ela também situa o homem no universo, nos mostra que nosso planeta é um dentre uma infinidade de outros, mas que até agora é o único que podemos habitar. Mesmo que existam outros planetas como a Terra em outros sistemas estelares, nossa transposição para lá ainda é um sonho distante. Assim, a Astronomia nos faz ver que devemos preservar nosso lugar no Universo, ampliando a nossa visão ecológica.

Hoje, com os computadores e a internet fazendo parte da realidade da maioria dos lares brasileiros, pode-se constatar que o estudante não se limita à sala de aula como o único espaço de aprendizagem. Se levarmos em conta que no estudo individualizado, onde o estudante deverá se debruçar sobre os conteúdos formais, espaços de aprendizagem virtuais passam a desempenhar um importante papel. Diante de tal cenário, ferramentas educacionais modernas, tais como *softwares*, aplicativos, redes sociais, *blogs* e *sites*, se mostram potenciais facilitadores no processo de aprendizagem. O fácil acesso e a possibilidade de despertar a curiosidade e o interesse pelos mais variados temas justificam o seu uso.

Não é sem fundamentos que a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), com implementação prevista para o ano de 2020, determina que a área de Ciências da Natureza deve garantir o desenvolvimento de competências, dentre as quais várias estão relacionadas à Astronomia.

Experimentos realizados em laboratório, bem como os experimentos virtuais, podem ensinar no estudante uma aprendizagem com mais significado, uma vez que conceitos abordados em sala de aula poderão ser verificados de forma prática, reduzindo, dessa forma, a distância entre o que se ensina e o que se aprende, além de tornar concreto um conteúdo, até então, abstrato.

Sendo a Astronomia a mais antiga das ciências e uma das que, certamente, produz grande encantamento nos estudantes pelos seus objetos de estudo, métodos e descobertas, torna-se um excelente agente motivador para o estudo de várias disciplinas já que seus temas

interceptam vários conteúdos que estão presentes na Matemática, na História, na Geografia, na Biologia, na Filosofia e com um destaque especial na Física.

Apesar da vasta quantidade de informação que temos disponível atualmente, até mesmo uma rápida pesquisa na internet pode nos levar a constatação de que muitas lacunas no ensino da Astronomia ainda precisam ser preenchidas no Brasil. Dentre elas, encontrar informações de cunho prático e experimental para o ensino desta ciência. Esta dissertação, bem como o produto educacional que dela emerge, um site com informações didáticas e práticas sobre Astronomia, se propõe, como uma ferramenta de tecnologia e comunicação cujo objetivo é facilitar, no âmbito da educação básica, o ensino de Astronomia, oferecendo a professores e estudantes informações e experimentos confiáveis que favoreçam o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que estabelece uma maior interação entre as informações veiculadas no cotidiano do aluno e o conhecimento formal estabelecido pela ciência.

2. A Teoria de Aprendizagem Significativa

O presente trabalho está fundamentado na teoria de aprendizagem cognitivista proposta por David Paul Ausubel, denominada **aprendizagem significativa**. Ausubel era especialista em Psicologia Educacional e afirmava que o conhecimento prévio do aluno é a chave para se conseguir uma aprendizagem com significado.

A concepção de ensino e aprendizagem proposta por Ausubel segue na linha oposta à dos *behavioristas*. Para ele, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e, com isso, ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos. (FERNANDES, 2011).

Dessa forma, torna-se prioritário conhecer o que o aluno já sabe, possibilitando dessa forma que novos conhecimentos sejam incorporados. David Ausubel afirma de forma incisiva em seu livro Psicologia Educacional (1980) que “o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece”, funcionando como ponto de ancoragem para as novas ideias (**subsunçor**), uma vez que existe uma estrutura na qual organização e integração de aprendizagem se processam.

Segundo Ausubel:

A aprendizagem não é uma propriedade extensiva do ensino, por mais eficaz que seja o mesmo. O ensino é apenas uma condição que pode influenciar na aprendizagem entre outras variáveis como a predisposição e a preparação cognitiva (uma prontidão em propriedades fundamentais e organizacionais de conhecimentos previamente adquiridos específicos relevantes na associação a novos conhecimentos). Porém, precisa ser levado em conta que a finalidade da preparação do ensino é a facilitação da aprendizagem. O ato de ensinar não pode se encerrar em si mesmo, uma vez que, a finalidade do ensino é a aprendizagem apesar de outros fatores interferirem e terem que ser levados em conta (AUSUBEL *et al*, 1980, Apud, FARIAS, p. 12 e 25).

Para Ausubel, a aprendizagem significativa ocorrerá, de fato, quando as seguintes condições forem cumpridas: a) o estudante deverá estar disposto a relacionar o conhecimento; b) o material a ser assimilado deverá apresentar um “potencial significativo”; e c) o estudante deverá ter um conteúdo mínimo na sua estrutura cognitiva, com subsunçores suficientes ao ponto de atender as necessidades concernentes. De acordo com esta teoria, o processo de assimilação é fundamental para o entendimento do processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva, sendo indispensável uma investigação inicial dos conhecimentos prévios do aluno por parte do professor, para que seja proporcionada a ele uma aprendizagem significativa (BRUINI, 2010).

Pensada para o contexto escolar, a teoria de Ausubel leva em conta a história do sujeito e ressalta o papel dos docentes na proposição de situações que favoreçam a

aprendizagem. De acordo com ele, há duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra: o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente significativo e o estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária.

Almeida (2016) elenca como etapas para se atingir a aprendizagem significativa:

- analisar os termos desconhecidos;
- compreender o enunciado;
- elaborar explicações;
- selecionar explicações;
- identificar faltas ou falhas;
- fazer o estudo individual;
- socializar o conhecimento atingido.

Ausubel afirmava que só vale a pena a aprendizagem para o aprendiz quando ele consegue ampliar e reconfigurar aquilo que ele recebe. Ausubel considerava que o aprendiz sempre tem um conhecimento quando ele chega à escola, assim, devemos levar em conta a realidade trazida pelo aluno, pois ele não chega à escola de maneira vazia. Assim, devemos considerar aquilo que o estudante tem e ampliar com as informações que o professor, os livros e o contexto social podem fornecer. Fazendo a junção, chegamos a esses dois pressupostos importantes da teoria da aprendizagem que são a ampliação e reconfiguração da aprendizagem. É muito importante que o aluno crie uma tese, verdadeira ou não e, a partir da convivência social e de novas informações que ele vai recebendo, finalmente formará o conhecimento socialmente estruturado. Dessa forma, o professor no início de sua aula deverá lançar uma situação-problema, possibilitando ao aluno a criação dessa tese (ALMEIDA, 2016).

Em geral, ao iniciar a sua aula, o professor tende a adotar uma das duas posturas, contextualiza o conteúdo ou o elucida, fornecendo explicações prévias. As duas práticas são potencialmente nocivas, pois tiram a oportunidade do estudante tentar fazer descobertas ao seu modo e, dessa maneira, ter dúvidas (palavra-chave na teoria significativa).

Assim, dúvida somada à motivação promoverá a mobilidade na aprendizagem. Para Ausubel, a aprendizagem é do aluno, com o aluno e para o aluno. Dessa forma, o principal papel da escola seria o de gerenciar aprendizagens.

3. O Ensino de Astronomia

3.1. A Importância do ensino de Astronomia na educação básica.

Antes de explicitar a importância do ensino de Astronomia, vejamos algumas definições a respeito da ciência astronômica. Segundo o astrônomo Ronaldo Mourão, “A astronomia é, em sua essência, a ciência da observação dos astros.” (MOURÃO, 1977) e de acordo com o astrônomo NICOLINE (2000):

A Astronomia é a ciência do céu, e o céu é tudo que existe, é o espaço incomensurável que envolve tudo, e o conjunto de estrelas cada uma delas um sol; é o sistema planetário, é Júpiter, Saturno, Marte, Vênus, é enfim nosso planeta, a Terra, que como os demais, gravita isolada no espaço. [...] parte ínfima, mas de extrema importância para o homem, é a Terra integrante do conjunto de aspectos abarcados pela Astronomia. Ocupando-se do céu, ocupamo-nos com a realidade absoluta da própria Terra, com suas estações, seus climas; conhecemos as origens do calendário, o porquê do dia e da noite, dos meses, dos anos, do presente e do passado assim como do futuro. Ciência do tempo e do espaço, a Astronomia abarca tanto as origens como os extremos limites do futuro. É a ciência do infinito e da eternidade (NICOLINE, 2000, p. 19).

São muitos os fatores que implicam na importância do ensino de Astronomia na educação básica. Além de encantar o público em geral com seus conteúdos e descobertas, a Astronomia possui uma característica interdisciplinar e também é um agente motivador para o aprendizado de ciências, e ainda contribui com a formação do cidadão. Segundo LANGHI E NARDI (2013):

O papel da astronomia inclui promover no público o interesse, a apreciação e a aproximação pela ciência geral. Normalmente surgem questões de interesse comum que despertam a curiosidade das pessoas, tais como buracos negros, cosmologia, e exploração do sistema solar. Como conteúdo a ser ensinado, a astronomia também possui certo grau de potencial motivador tanto para alunos como para professores, pois há nela, intrínseca, uma universalidade e um caráter inerentemente interdisciplinar, sendo de fundamental importância para uma formação minimamente aceitável do indivíduo e cidadão, profundamente dependente da ciência e das tecnologias atuais. Entendemos que a astronomia é especialmente apropriada para motivar os alunos e aprofundar conhecimentos em diversas áreas, pois, o ensino da astronomia é altamente interdisciplinar (LANGHI E NARDI, 2013, p.108).

A Astronomia amplia a visão de mundo de quem entra em contato com seus assuntos e responde muitas questões a respeito do lugar onde vivemos. De acordo com CANIATO (1974):

1. A astronomia, pela diversidade dos problemas que propõe e dos meios que utiliza, oferece o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento de habilidades úteis em todos os ramos do saber e do cotidiano da ciência;

2. A astronomia oferece ao educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca;
3. A astronomia oferece ao educando a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre o funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro;
4. A astronomia oferece oportunidade para atividades que envolvam também trabalho ao ar livre e que não exigem material ou laboratórios custosos;
5. A astronomia oferece grande ensejo para que o homem perceba sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência;
6. O estudo do céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá ao educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo onde vivemos.
(CANIATO 1974, apud, LANGHI 2013, p.109).

A diversidade e a beleza dos assuntos tratados pela Astronomia exercem um fascínio nas pessoas e principalmente sobre os jovens. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) temos:

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens dessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais; as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do universo ou o mundo fascinante das estrelas, e as condições para a existência da vida, como a entendemos no planeta Terra (BRASIL, 2002, p. 78).

A Astronomia é enfatizada na Base Nacional Comum Curricular-BNCC que define o seu conjunto de conhecimentos como essenciais aos estudantes nas modalidades de ensino que se enquadram na educação básica.

Estas considerações evidenciam que o ensino de Astronomia possui uma fundamental importância para o ensino básico, pois além do magnetismo que exerce sobre as pessoas, despertando o interesse pela ciência, ela também fornece para quem entra em contato com os seus conteúdos, elementos para que se possa conhecer e especular sobre o lugar em que vivemos e também nos situa respeito da nossa posição no universo.

3.1.1. A importância do uso de ferramentas didáticas no ensino das ciências

O presente trabalho está fundamentado na teoria de aprendizagem proposta por David Paul Ausubel, o qual afirma que a aprendizagem significativa ocorrerá, de fato, quando as seguintes condições forem cumpridas:

- a) o estudante deverá estar disposto a relacionar o conhecimento;

- b) o material a ser assimilado deverá apresentar um “potencial significativo”; e
- c) o estudante deverá ter um conteúdo mínimo na sua estrutura cognitiva, com subsunções suficientes ao ponto de atender as necessidades concernentes. Caso o estudante não tenha os subsunções o professor deverá produzi-los.

De acordo com MOREIRA (2009):

Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunção" ou, simplesmente "subsunção", existente na estrutura cognitiva de quem aprende (Moreira, 2009, p. 8).

Mesmo com a evolução dos processos educacionais é muito comum encontramos nos tempos atuais professores conduzindo suas aulas de forma tradicional. Neste modo de ensino-aprendizagem os alunos assumem uma forma passiva recebendo os conteúdos do professor, o detentor do conhecimento. Não é incomum neste modelo de ensino encontramos nossos alunos desmotivados e desinteressados nos conteúdos aplicados. Como afirma KRASILCHIK (2008):

O docente, por falta de autoconfiança, de preparo, ou por comodismo, restringe-se a apresentar aos alunos, com o mínimo de modificações, o material previamente elaborado por autores que são aceitos como autoridades. Apoiado em material planejado por outros e produzido industrialmente, o professor abre mão de sua autonomia e liberdade, tornando simplesmente um técnico. (KRASILCHIK 2008, p. 11).

Saindo do modelo tradicional de ensino aplicando a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel junto à utilização de recursos didáticos é possível para o professor motivar seus alunos e tornar suas aulas interessantes. De acordo com BECKER (1992):

Não resta dúvida que os recursos didáticos desempenham grande importância na aprendizagem. Para esse processo, o professor deve apostar e acreditar na capacidade do aluno de construir seu próprio conhecimento, incentivando-o e criando situações que o leve a refletir e a estabelecer relação entre diversos contextos do dia a dia, produzindo assim, novos conhecimentos, conscientizando ainda o aluno, de que o conhecimento não é dado como algo terminado e acabado, mas sim que ele está continuamente em construção através das interações dos indivíduos com o meio físico e social. (BECKER, 1992 *apud* SILVA et al. 2012, p. 2).

Jogos, filmes, simulações e experimentos e outras atividades que permitam o estudante utilizar suas habilidades cognitivas bem como a sua argúcia e inventividade podem motivar e despertar o interesse do aluno pelo estudo das ciências. Conforme Fortuna (2003):

Enquanto joga, o aluno desenvolve a iniciativa, a imaginação, o raciocínio, a memória, a atenção, a curiosidade e o interesse, concentrando-se por longo tempo

em uma atividade. Cultiva o senso de responsabilidade individual e coletiva, em situações que requerem cooperação e colocar-se na perspectiva do outro. Enfim, a atividade lúdica ensina os jogadores a viverem numa ordem social e num mundo culturalmente simbólico (FORTUNA, 2003, p.3).

É inegável que a utilização de recursos didáticos intervém consideravelmente nos processos de ensino e aprendizagem, pois motivam o aluno despertando a sua curiosidade e interesse conduzindo-o, assim, para um aprender significativo.

3.2. A Importância das TICs na educação

É notável o desenvolvimento que vem tendo a tecnologia e também a facilidade com que a informação está sendo propagada. Notoriamente, a internet está protagonizando esta veiculação. Devido à facilidade de acesso ao conhecimento, mudanças intensas vêm ocorrendo em todas as áreas do saber e no comportamento das pessoas. A educação também está sendo afetada neste processo. As redes sociais, *blogs* e *sites* têm tido um papel fundamental nisso. Hoje, as denominadas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) são uma realidade nos processos de ensino-aprendizagem. Segundo SILVA (2013):

O uso da internet na escola é exigência da cibercultura, isto é, do novo ambiente comunicacional-cultural que surge com a interconexão mundial de computadores em forte expansão no início do século XXI. Novo espaço de sociabilidade, de organização, de informação, de conhecimento e de educação. [...]Quando o professor convida o aprendiz a um site, ele não apenas lança mão da nova mídia para potencializar a aprendizagem de um conteúdo curricular, mas contribui pedagogicamente para a inclusão desse aprendiz na cibercultura. (SILVA, 2013, p. 4).

Mesmo nos tempos do acesso fácil à informação, ainda é natural encontrarmos muitos professores ministrando aulas estritamente teóricas, apresentando os conteúdos apenas por meios conceituais e utilizando-se da memorização de tais conceitos como principal instrumento no processo de aprendizagem. Conforme GOULART E MAIA (2015):

E possível ensinar esses alunos da mesma forma que se ensinava antes? Como preparar a todos para ensinar o nativo digital? Trabalhar com o nativo digital requer do professor habilidades diferenciadas que valorizem a sua realidade. A escola pode inovar em sua forma de ensinar trazendo para seu cotidiano o uso das tecnologias da informação, abandonando qualquer resistência neste sentido, deixando de lado a dúvida de saber se devemos ou não usar essas ferramentas e passando a pensar em como devemos usá-la em nosso cotidiano. Não há mais como evitar essa realidade. A ideia de usar um *site* como ferramenta complementar da pesquisa na sala de aula, pressupõe que haverá um maior interesse do aluno em aprender ciências, por este oferecer uma interface própria de domínio de um nativo digital, além de contribuir para o aumento do contato do aluno com a escola (GOULART E MAIA, 2015, p. 86).

A utilização das TICs nas aulas das disciplinas de Ciências também objetiva empreender condutas que levem ao interesse do aluno pelo estudo das matérias. A

apresentação dos conteúdos por meio de instrumentos didáticos digitais, que também podem ser atividades práticas, por meio de experimentos, possibilitam efeitos variados que vão desde o desenvolvimento do poder de observação dos fatos até um despertar da curiosidade que permite levar o aluno para fora do escopo da sala de aula.

Segundo MORAN (1997):

Ensinar utilizando a Internet pressupõe uma atitude do professor diferente da convencional. O professor não é o "informador", o que centraliza a informação. A informação está em inúmeros bancos de dados, em revistas, livros, textos, endereços de todo o mundo. (MORAN, 1997).

De acordo com GOULART e MAIA (2015):

[...] com o uso do *site*, o aluno continua sendo o protagonista de sua aprendizagem. O acesso ao *site* pode ser feito durante a semana, no horário que for mais conveniente, com o auxílio dos pais e amigos. A oferta de atividades a serem realizadas neste ambiente virtual será tarefa do professor e sendo sempre alvo de avaliação. Pressupõe-se que se estabelecerá uma relação dialógica entre o aluno, a sala de aula e o ambiente virtual que será acessado em outro local. Com isso, o aprendizado extrapola os muros da escola, aumentando o contato do aluno com o objeto da aprendizagem de uma forma interativa (GOULART e MAIA, 2015, p. 88).

A utilização de ferramentas didáticas, no âmbito das TICs, é algo que precisa ser levado em consideração no processo de ensino-aprendizagem, pois além de acrescentar ao conteúdo, contribui para a formação de cidadãos capazes de cumprir com o seu papel na sociedade. Por conseguinte, aulas que utilizam as TICs estão sendo destacadas na área de ensino, pois estas têm permitido a aprendizagem dos conteúdos de forma prazerosa e, principalmente, significativa.

Em geral, não haverá um método ideal de aula, usando apenas experimentos ou sendo um professor “tradicional” (que ministra aula apenas com lápis e quadro branco), por exemplo. O professor deve ter a habilidade de perceber qual a melhor estratégia e quais ferramentas didáticas deverá usar, o que irá depender da faixa etária dos alunos, estrutura da escola, etc.

4. O Produto educacional

4.1. O site como produto educacional

Um dos motivos pelo qual o site foi escolhido como produto educacional foi por ele ser uma TIC que, com as atuais ferramentas de desenvolvimento, é relativamente descomplicado de construir e implementar. Além disso, também é uma tecnologia de fácil acesso. É possível se conectar a um site de praticamente qualquer lugar do mundo usando tecnologias amplamente difundidas que vão de um simples smartphone até um computador desktop de última geração. O Site também permite ao seu desenvolvedor uma ampla flexibilidade para a criação de meios, que desde um modesto texto chega até mídias visuais mais complexas como vídeos, programas interativos e jogos, para atingir a meta para o qual foi criado. O Site é uma TIC que também permite que os serviços nele oferecidos sejam ampliados e atualizados de uma forma descomplicada e dinâmica. Segundo GOULART E MAIA (2015):

[...] dessa forma foi possível criar um ambiente de ensino em um espaço virtual, que estivesse disponível aos alunos, seus familiares e também a qualquer pessoa em qualquer lugar do mundo que se interessasse pelo tema. Além disso, o site permite uma complementação posterior, o acréscimo de novidades a todo momento, ou seja, o site acaba por permitir o acompanhamento de mudanças necessárias, sendo mais dinâmico. (GOULART E MAIA, 2015, p. 85).

O outro motivo da escolha do site como produto educacional foi fundada na ideia de fornecer aos nossos professores e estudantes uma ferramenta de pesquisa confiável com informações úteis, principalmente de cunho prático, voltadas para o ensino e a aprendizagem da Astronomia. Houve também a intenção de auxiliar no preenchimento da lacuna que existe sobre a pouca quantidade disponíveis deste tipo informações ao público brasileiro.

4.2. O desenvolvimento do site

Depois de uma longa pesquisa a respeito da hospedagem de sites na internet, a empresa Hostgator foi selecionada, para fazer a acomodação do site, devido alta confiabilidade relatada, em diversos fóruns e sites, pelos seus clientes. Também foi escolhida pelos bons recursos disponíveis, no plano de hospedagem adquirido, o qual foi o plano pago mais simples oferecido pela empresa. O domínio do site: www.astronomiapratica.com.br, foi também obtido via Hostgator. O nome do domínio foi assim escolhido para evidenciar o conteúdo do material disponível no site.

A estrutura do site foi implementada com a ferramenta de desenvolvimento denominada Wordpress. Esta também foi escolhida devido a sua confiabilidade e recursos disponíveis. Wordpress é uma ferramenta de desenvolvimento web gratuita e bem documentada na internet, além de ser uma ferramenta fácil de usar. O desenvolvedor não precisa ter conhecimentos profundos sobre construção de sites para utilizá-lo. Wordpress possui muitos plug-ins que auxiliam na construção de um site bonito e funcional. Existe também uma infinidade de modelos de sites prontos (templates) gratuitos disponíveis na internet para download.

Para o desenvolvimento do site, foi escolhido um template gratuito denominado Evolve. Este modelo foi escolhido por ter uma estrutura visual interessante e devido ao fato de que ele apresenta duas formas de apresentação de telas, onde uma é voltada para computadores convencionais como desktops e notebooks e a outra para tablets e smartphones. Quando o site é acessado ele identifica o tipo de dispositivo que está fazendo o acesso e assim exibe a tela apropriada para o mesmo. No próprio site da Hostgator encontra-se um tutorial para o uso do Wordpress.

4.3. Apresentação do site

O site foi montado de forma que as informações, nele contidas, fossem encontradas sem dificuldades. A página inicial, bem como todas as outras páginas do site, contém uma barra de menus na parte superior da janela entre a faixa de título do site e o carrossel de imagens. Neste menu encontramos os vários links, que dão acesso as páginas principais do site. Os menus contidos na barra são:

- **Home:** direciona o usuário para a página inicial e de apresentação do site. Veja a figura 4.1.

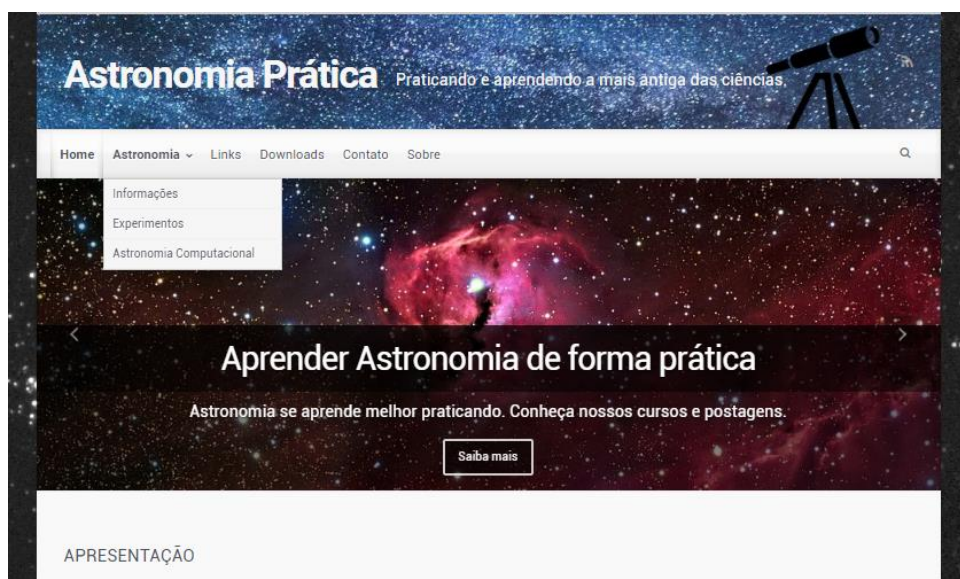


Figura 4.1. Página principal do site com o menu suspenso aberto.

- **Astronomia:** é o principal item do menu. Direciona o usuário para a página que contém outros links para outras páginas nas quais estão as principais informações disponíveis no site. Relacionado ao item de menu Astronomia, há também um menu suspenso que surge na tela quando o ponteiro do mouse passa por sua região ativa. Nesse menu suspenso (veja a figura 4.1) também existem links para as principais páginas que contém as informações difundidas no site. Veja a figura 4.2.

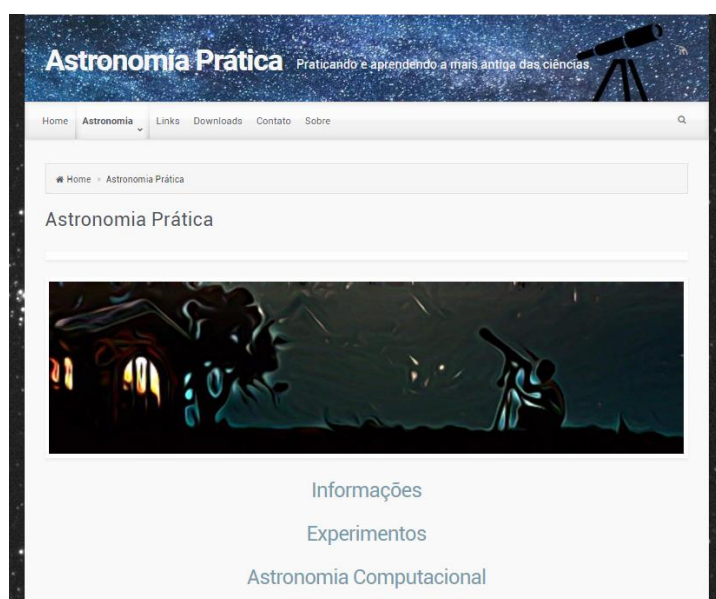


Figura 4.2. Aspecto da página Astronomia Prática.

- **Links:** direciona o usuário para uma página do site onde se encontram diversos links que apontam para outros sites de Astronomia, da internet, envolvidos com o ensino, a divulgação e a prática do hobby da Astronomia. Veja a figura 4.3.

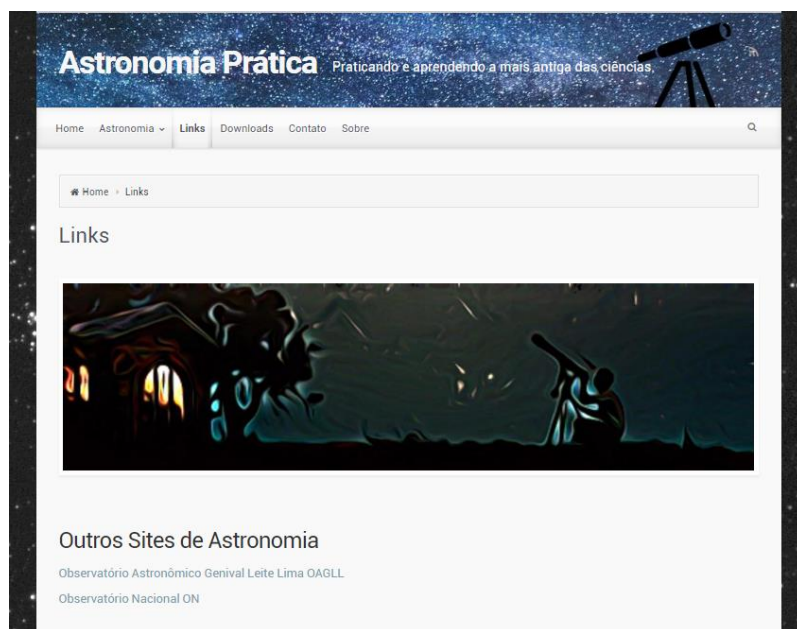


Figura 4.3. Aspecto da página links.

- **Downloads:** aponta para uma página do site que contém links para baixar, material gratuito, entre outras coisas, softwares, ferramentas digitais e e-books, de temas relacionados à Astronomia. Veja a figura 4.4.



Figura 4.4. Aspecto da página Downloads.

- **Contato:** direciona o usuário para uma página que contém um formulário de contato que permite o usuário contatar o autor do site. Veja a figura 4.5.

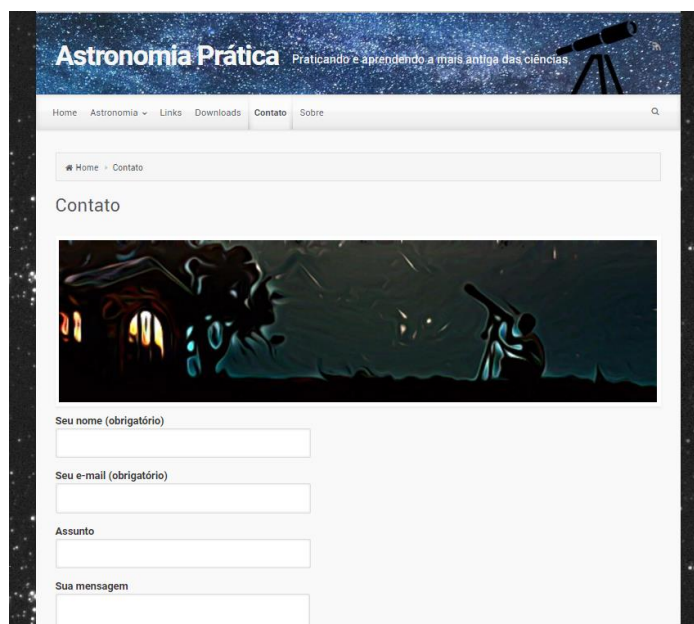


Figura 4.5. Aspecto da página Contato.

- **Sobre:** leva o usuário para uma página que traz informações a respeito do site e seus objetivos e algumas informações a respeito do autor. Veja a figura 4.6.

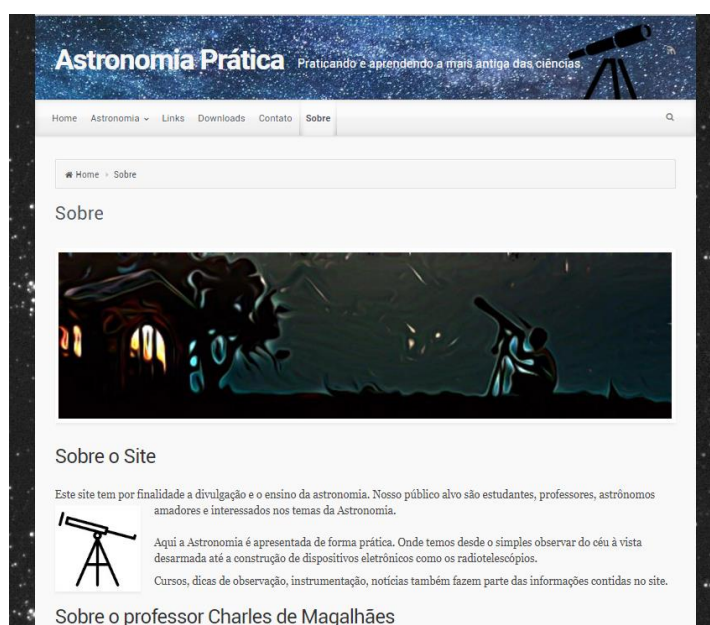


Figura 4.6. Aspecto da página Sobre.

A apresentação do site sobre os seus objetivos e informações, estão também na página inicial a qual apresenta, em tempo real, informações sobre o Sol, a Lua e as propagações das ondas de rádio, conforme mostra a figura 4.7.

APRESENTAÇÃO

Este site tem por finalidade a divulgação da Astronomia de forma prática e objetiva. Aqui você encontrará informações que vai desde a construção de um simples Gnômon (relógio primitivo de Sol) até a montagem de radiotelescópios. Temos também um material diversificado, entre outras coisas, sobre astronomia computacional, radioastronomia e em breve serão abordados temas como a meteorítica e a astrofotografia.



Quase todo o material contido neste site tem como público alvo professores dos ensinos fundamental e médio, estudantes, astrônomos amadores e interessados nos temas da mais antiga das ciências.

A Lua e o Sol agora:

Fases da Lua e o Sol Agora
domingo, 10 Março 2019
semana do calendário 10, dia 69
sexta-feira data Juliana 2458553,38



ascensão 08:27 relógio
queda 20:35 relógio

lua crescente
velha lua: 3,9 dia
grau de iluminação: 16,1%
constelação Baleia



sol
ascensão 05:29 relógio
queda 17:42 relógio
início anoitecer 05:06 relógio
final anoitecer 18:03 relógio
constelação Aquário

Figura 4.7. Apresentação do site na página inicial.

4.4. Atividades práticas disponível no site

No site foram disponibilizados quatro experimentos didáticos sobre astronomia. Todos eles possuem um custo relativamente baixo e utilizam materiais de fácil obtenção. As atividades práticas abordam conteúdos da Astronomia de Posição, da medida do tempo, da Astrometria e da Radioastronomia. Para acessar estes experimentos, e outras informações disponíveis no site, o usuário deverá acessar a página Astronomia Prática, mostrada na figura 4.8. Para acessá-la o usuário pode acionar o item, do menu principal, Astronomia, clicando nele com o mouse ou utilizar o menu suspenso que está vinculado a este item. O menu suspenso se torna visível quando o ponteiro do mouse está sobre o item de menu Astronomia.

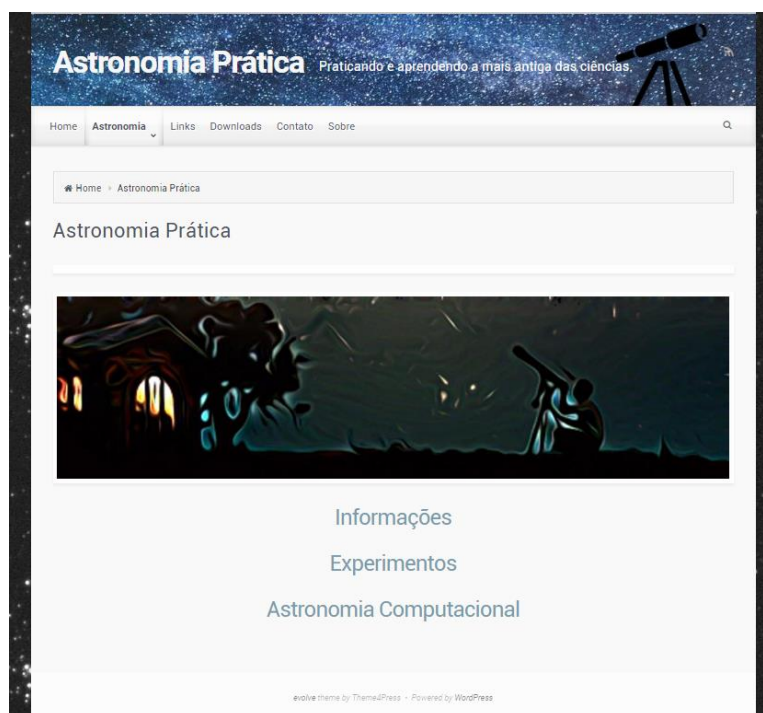


Figura 4.8. Aspecto da página Astronomia Prática.

A página que contém os experimentos pode ser acessada clicando no link Experimentos disponível na página Astronomia Prática. A página exibida está mostrada na figura 4.9.



Figura 4.9. Aspecto da página Experimentos.

Na página experimentos encontram-se os links para o acesso aos quatro experimentos disponíveis no site. Para acessá-los, basta clicar com mouse sobre os links. A seguir iremos descrever brevemente cada um deles.

4.4.1 Experimento 1: Medindo direções – Construindo um Gnômon

Neste tema da Astronomia de Posição o usuário é convidado a montar um antigo instrumento astronômico, o Gnômon, com a finalidade de determinar, com boa precisão, os pontos cardeais do lugar e também traçar a linha meridiana local. Nesta prática o estudante entra em contato com muitos conceitos básicos da Astronomia como: a esfera celeste, coordenadas geográficas e celestes, geometria plana e também com os principais movimentos da Terra. A figura 4.10 mostra o início da página deste experimento.



Figura 4.10. Aspecto da página Medindo direções – Construindo um Gnômon.

O Gnômon é um dispositivo, que desde tempos antigos, é utilizado para marcar as horas do dia e medir direções. Ele é constituído, em sua forma básica, de uma haste vertical fincada numa superfície plana, lisa e horizontal (Figura 4.10).



Figura 4.8. O Gnômon montado.

Este experimento, para ser executado, necessita de um lugar com uma superfície plana localizada a céu aberto, conforme mostra a figura 4.8 e que receba a luz solar durante toda a parte do dia e da tarde.

4.4.2 Experimento 2: Medindo o Tempo – Construindo um Relógio de Sol

No tema sobre a medida do tempo, o experimento consiste na construção de um relógio de Sol, como o exibido pela figura 4.9. Nesta prática o aluno precisará aplicar conhecimentos sobre latitude e longitude, os principais movimentos da Terra, a esfera celeste, a declinação magnética e o uso da bússola. Também praticará os conceitos de hora legal e hora local.

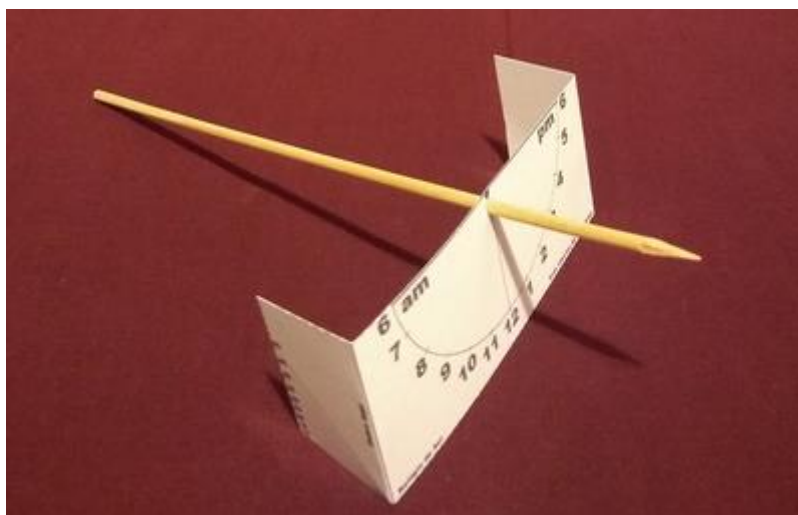


Figura 4.9. O relógio de Sol montado.

A execução desse experimento requer um lugar a céu aberto que recebe diretamente a luz solar. Este foi o experimento que aplicamos numa turma de ensino médio para testar a viabilidade do produto, para analisar se as informações disponíveis do site estão claras, dentre outras coisas. Mais detalhes serão dados no próximo capítulo.

4.4.3 Experimento 3: Medindo Distâncias – Medindo o Diâmetro do Sol

No assunto sobre astrometria, o estudante fará uso de conhecimentos astronômicos produzidos pelos antigos astrônomos gregos e com a utilização de um longo instrumento óptico, a câmara escura de orifício, determinará o diâmetro do Sol. Aqui o estudante

conhecerá alguns métodos da Astrometria e para isso usará conceitos da Geometria plana, da Trigonometria e conceitos da Óptica Geométrica.

Uma advertência importantíssima para quem for executar este experimento: olhar diretamente para o Sol, em quaisquer circunstâncias, poderá causar danos irreversíveis a visão, portanto todo o cuidado com os olhos é pouco. Ao apontar o dispositivo deve-se procurar algo como um muro ou uma mureta para apoiar o dispositivo e ficar protegido, na sombra, da ação direta dos raios solares, conforme mostrado na figura 4.10. Evitar fazer este experimento entre as 10 horas e as 14 horas, intervalo de tempo este em que a radiação solar está muito intensa e no qual há pouca proteção de sombras.



Figura 4.10. Câmara escura de orifício sendo utilizada para medir o diâmetro do Sol, note que o observador está abrigado da radiação direta solar.

4.4.4. Experimento 4: Ouvindo o Céu – Construindo um Radiotelescópio

No conteúdo da Radioastronomia o estudante construirá um radiotelescópio rudimentar, como mostrado na figura 4.11, de custo acessível, que opera na faixa de 15 m (20 MHz). Para isto o estudante montará uma antena do tipo loop magnética curta e a conectará a um rádio de ondas curtas. Nesse tema o aluno entrará em contato com conceitos como: as ondas de rádio e propagação das ondas rádio, antenas, campos magnéticos e eletromagnéticos, camadas atmosféricas, vento solar e com o movimento dos satélites naturais de Júpiter. Dos quatro experimentos que há no site, este é o mais complexo, e o que exige mais tempo do aluno para montá-lo, e não poderá ser feito em uma única aula, caso algum professor deseje montá-lo em uma turma.



Figura 4.11. Radiotelescópio montado.

Para captar os sinais oriundos de Júpiter na frequência de 20.1 MHz, o operador do rádio telescópio necessita conhecer as condições de propagação para esta frequência. Precisar saber também o momento em que o satélite Io de Júpiter estará passando na frente da face do planeta que está voltada para a Terra. É nesse intervalo de tempo que ocorrerão as perturbações de origem eletromagnéticas provindas de Júpiter que serão captadas pelo instrumento. Para a execução desse experimento é necessário um bom planejamento e também contar com as condições de propagação das ondas de rádio na frequência que será monitorada. O site disponibiliza na sua página inicial, por meio de um plug-in, a situação da propagação das ondas de rádio, em tempo real, para o uso do instrumento.

5. A Física nos experimentos

5.1. A importância dos experimentos no Ensino de Astronomia

Muitas são as aplicações da Física à Astronomia e vice-versa. É evidente também que o desenvolvimento de ambas possui uma profunda ligação. Esta relação entre as duas ciências vem desde tempos muito antigos e o céu já foi, e ainda é, um grande laboratório para as duas ciências. Muitos processos físicos que ainda não podem ser executados em laboratório aqui na Terra ocorrem frequentemente em fenômenos astrofísicos, assim a Física recorre muitas vezes a observações e eventos astronômicos para testar as suas teorias. Um exemplo disto foi a primeira detecção das ondas gravitacionais, no ano de 2016. Esta foi possibilitada por meio da colisão dois buracos negros massivos a qual ocorreu há um bilhão e 30 milhões de anos. Este fenômeno, que é impossível, nos tempos atuais, de ser reproduzido em laboratório, confirmou a previsão da existência das ondas gravitacionais previstas, no ano de 1916, por Albert Einstein, por meio de sua teoria da relatividade geral. Segundo OLIVEIRA FILHO e SARAIVA (2017):

[...]Nosso objetivo é utilizar o Universo como laboratório, deduzindo de sua observação as leis físicas que poderão ser utilizadas em coisas muito práticas, desde prever as marés e estudar a queda de asteroides sobre nossas cabeças, até como construir reatores nucleares, analisar o aquecimento da atmosfera por efeito estufa causado pela poluição, necessários para a sobrevivência e desenvolvimento da raça humana (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2017).

A astronomia possui um potencial muito grande no auxílio do ensino de muitos conteúdos de várias matérias do ensino básico. Seus meios experimentais são, em grande parte, os mesmos métodos aplicados na Física. Assim, o grande laboratório dos céus tem muito para contribuir com o ensino desta e também de outras disciplinas.

Descreveremos, brevemente, a seguir um pouco da física por trás de alguns dos experimentos que há no site (produto educacional). Tal descrição poderá ser útil para os professores que desejarem utilizar os experimentos em suas aulas, por exemplo.

5.2. A Física no Experimento: Medindo o Diâmetro do Sol

Iremos nesta subsecção falar dos aspectos teóricos no experimento sobre a medição do diâmetro do Sol e depois falarmos um pouco sobre a determinação da distância da Terra ao Sol pelo modelo de Aristarco.

5.2.1. Aspectos teóricos do Experimento Medindo o Diâmetro do Sol.

Vários ramos da Astronomia, como a Astrofísica, dependem muito da Astrometria para determinar as características físicas de um astro. Para isto, muitas vezes, é preciso determinar as dimensões e/ou distância do objeto em estudo. Uma destas características poderia ser, por exemplo: a magnitude absoluta, a medida do brilho intrínseco de um objeto celeste. Para esta determinação, é necessário saber a distância do objeto até nós. Assim, determinar as distâncias e as dimensões dos astros são objetivos importantíssimos para a Astronomia.

Desde a época dos antigos gregos já eram conhecidos métodos para a determinação das distâncias da Terra ao Sol e da Terra à Lua e dos respectivos diâmetros desses astros (incluindo o da Terra). Hiparcus de Nicéia (190 a.C. - 120 a.C.) já havia determinado que a distância da Terra à Lua seria em torno de 30 vezes o diâmetro da Terra e Eratóstenes de Cirene (276 a.C. - 194 a.C.) já havia medido a circunferência da Terra em 250.000 estádios (40.000 km aproximadamente), o que nos fornece um diâmetro aproximado de 12.800 km para a Terra, muito próximo do diâmetro médio real, que é 12.742 km.

Aristarco de Samos (310 a.C. - 230 a.C.), utilizando-se de observações das fases da Lua, da geometria e da trigonometria, conseguiu avaliar uma distância entre a Terra e o Sol, apesar de não ter determinado corretamente essa distância. Isto ocorreu devido a alguns erros cometidos em suas medidas experimentais no ângulo formado pela Lua, Sol e a Terra, o qual ele avaliou em 3 graus, e também no diâmetro angular do Sol, medido, por Aristarco, como 2 graus. Os valores obtidos pelo antigo astrônomo foram muito diferentes dos aceitos atualmente, contudo o método de Aristarco fornece, com as devidas correções destas medidas e com relativa precisão, a distância da Terra ao Sol.

Para fazer essas determinações, Aristarco se baseou nas seguintes hipóteses:

1. A Lua é iluminada pelo Sol.
2. A Lua possui órbita circular e no centro desta está a Terra.
3. Nas fases quarto crescente e minguante, a linha que divide o círculo da Lua nas partes brilhante e escura é paralela à linha que liga a Terra à Lua.
4. No momento em que a Lua está nas fases quarto crescente ou quarto minguante, o ângulo Lua, Sol, Terra vale 3 graus.
5. Os diâmetros angulares da Lua e do Sol valem 2 graus com relação à Terra.
6. O diâmetro do cone de sombra da Terra é o dobro do diâmetro da Lua.

Com os dados obtidos, usando um modelo semelhante ao da figura 5.1, Aristarco determinou que a distância Terra-Sol seria de 19 vezes o diâmetro da Terra, grandeza esta aceita atualmente em torno de 380 vezes, e que o diâmetro do Sol seria de 6,7 vezes o diâmetro da Terra, o qual, em valores atuais, é de 109 vezes. Hoje, o valor medido para o ângulo Lua, Sol, Terra é de $0,15^\circ$. É sugerido, para este experimento, que sejam utilizados nos cálculos, os valores atualizados dessas medidas.

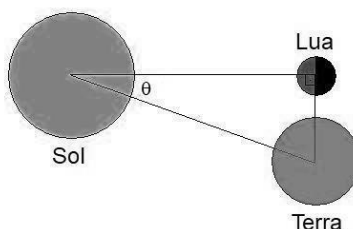


Figura 5.1. Esquema, fora de escala, usado por Aristarco para a determinação da distância da Terra ao Sol.

Esta prática tem como objetivo principal a determinação do diâmetro do Sol. Para esta finalidade não usaremos, como fez Aristarco, o diâmetro angular do Sol (o qual possui valor atualizado em, aproximadamente, $0,5^\circ$), será empregado um longo instrumento óptico: a câmara escura de orifício, como a esquematizada na figura 5.2. Sendo conhecido o comprimento da câmara e a distância da Terra ao Sol, esta determinação será feita por meio das dimensões de uma imagem projetada do Sol no fundo da câmara escura.

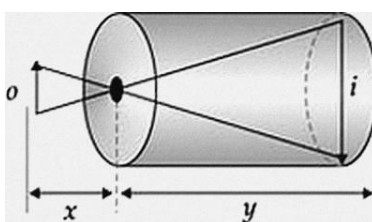


Figura 5.2. Representação de uma câmara escura de orifício.

Os elementos geométricos da câmara escura são:

- O , é tamanho do objeto e será, em nossos cálculos, o diâmetro do Sol a ser determinado;
- i , é o tamanho da imagem projetada do objeto;
- x , é a distância do objeto a câmara, será a distância da Terra ao Sol;
- y , é o comprimento da câmara.

No estudo da Física, no conteúdo de óptica geométrica, mostra-se que a relação $i/O = y/x$ é válida para a câmara escura. Esta expressão será usada para calcular o diâmetro do Sol.

Para efetuar os cálculos que determinam o diâmetro do Sol com o uso da câmara escura de orifício, neste experimento, é necessário determinar primeiro a distância da Terra ao Sol, depois obter, experimentalmente, o valor do comprimento da imagem do Sol, projetada pelo instrumento.

5.2.2. Determinação da Distância da Terra ao Sol pelo modelo de Aristarco

A obtenção da distância da Terra ao Sol será realizada pelo método de Aristarco, utilizando o esquema mostrado na figura 5.1.

Sabendo que o ângulo θ formado pela Terra, Sol e Lua vale $0,15^\circ$, e que o seno do ângulo θ será a razão da distância da Terra à Lua (D_1) pela distância da Terra ao Sol (D_2). Assim, $\text{sen}(\theta) = D_1/D_2$. Consultando uma tábua trigonométrica ou uma calculadora científica podemos obter o seno de $0,15^\circ$, que vale, aproximadamente, 0,00262. Então, podemos escrever que: $0,00262 = D_1/D_2$, onde então, $D_2 = D_1/0,00262 = 382 D_1$. Como $D_1 = 30 \times (\text{Diâmetro da Terra}) = 30 \times 1,28 \times 10^4 \text{ km} = 3,84 \times 10^5 \text{ km}$. E, assim, $D_2 = 382 \times 3,84 \times 10^5 \text{ km} = 1,47 \times 10^8 \text{ km}$. Valor este que apresenta um erro de, aproximadamente, 2% com relação ao atual valor da distância média do Sol até a Terra que vale $1,496 \times 10^8 \text{ km}$. Deste modo, adotaremos o valor de $1,47 \times 10^8 \text{ km}$ como valor para a distância da Terra ao Sol em nossos cálculos. Isso não atrapalha os resultados, pois, em geral, o Sol estará numa distância diferente de $1,496 \times 10^8 \text{ km}$ devido ao formato da órbita da Terra ser uma elipse de pequena excentricidade. É importante observar que as operações realizadas como os valores acima foram feitas levando em consideração apenas 3 algarismos significativos, os quais são mais do que o suficiente para o propósito deste experimento didático.

5.3 A Física no Experimento: Construindo um Radiotelescópio

As emissões eletromagnéticas oriundas do planeta Júpiter se devem à interação de seu satélite natural Io com o seu campo magnético. Esta interação gera emissões sincrotron. Esta radiação é produzida quando elétrons relativísticos espiralam ao longo do campo magnético Joviano. Radiações cíclotrons também são produzidas nessa interação entre Júpiter e Io. Estas emissões eletromagnéticas chegam a Terra e interferem nas radiocomunicações numa faixa

que vai de alguns kHz a 40 MHz. As referidas emissões são detectadas com facilidade, aqui na Terra, na faixa que vai de 15 MHz até 25 MHz. Nesta faixa de frequências, as emissões possuem duas características bem definidas por dois tipos de sinais: as rajadas longas (*L bursts*) e as rajadas curtas (*S bursts*). A primeira é caracterizada por uma variação lenta de intensidade e dura em torno de algumas dezenas de segundos, e possui uma largura de banda de poucos MHz. As do segundo tipo têm, como característica uma duração bem mais curta que a primeira e uma largura de banda muito estreita de apenas alguns kHz. Nas emissões de rajadas curtas, ocorrem centenas de transmissões por segundo.

Geralmente são utilizadas, para o estudo das emissões jovianas, antenas do tipo dipolo, pois elas possuem uma recepção bidirecional, o que as tornam excelentes antenas para o acompanhamento das transmissões de Júpiter. Elas também possuem grande largura de banda, o que é muito bom para esta finalidade. Os utilizadores desse tipo de antena precisam de bons receptores e de excelentes filtros de frequências para terem um eficiente sistema de recepção e gravação dos dados obtidos. Além disso, essas antenas possuem grandes dimensões, um dipolo com um quarto de onda possui em torno de 7,5 m de comprimento para a frequência de 20 MHz, e também são susceptíveis à captação de ruídos e, assim, precisam ser instaladas em locais afastados de aparelhos elétricos e eletrônicos e também da rede elétrica.

As antenas do tipo dipolo podem se tornar inconvenientes se forem utilizadas em centros urbanos. Por isso, para o nosso projeto do radiotelescópio didático foi escolhida uma antena que captasse pouco ruído e tivesse pequenas dimensões. A antena escolhida com essas características foi uma antena do tipo loop magnética. Este tipo de antena é bastante utilizada por radioamadores e também por militares devido a sua alta qualidade de recepção e transmissão, além da versatilidade de transporte e instalação.

A construção de antenas do tipo loop magnética é feita utilizando-se duas malhas condutoras, onde uma compõe o loop primário e a outra o loop secundário, formando, juntos, um transformador de rádio frequência. O loop secundário é conectado a um capacitor variável o que cria um circuito RLC, conforme mostra a figura 5.3, que possibilita o ajuste da frequência ressonante da antena. As dimensões do loop secundário definem a frequência de operação da antena.

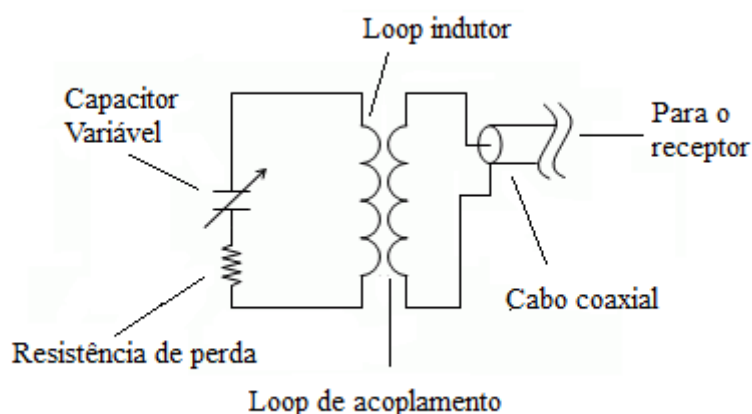


Figura 5.3. Circuito equivalente da antena loop magnética.

Quando o comprimento do loop tem valor próximo do comprimento de onda para o qual a antena ressonará, ela é denominada antena loop eletricamente longa e quando o comprimento é menor do que um décimo do comprimento de onda da frequência ressonante, a antena é chamada de loop eletricamente curta. Este último tipo é a antena do nosso projeto. Como o radiotelescópio irá operar na frequência de 20,1 MHz, na faixa do comprimento de onda de 15 m, nosso loop secundário deverá ter um raio dado por:

$$R < \lambda / 6\pi \quad (5.1)$$

A equação (5.1) é obtida da aproximação da função de Bessel de primeira ordem que estabelece um intervalo de valores possíveis para antenas loop magnéticas curtas. Assim, para $\lambda = 15\text{m}$, temos um raio de 0,40 m e, então, o comprimento máximo para a malha do loop secundário deverá ser $C = 2\pi R = 2,51\text{ m}$. O loop primário de acoplamento deverá ter um raio com um quinto do raio do loop secundário.

A finalidade de uma antena de recepção é transformar o sinal de uma onda eletromagnética em uma diferença de potencial elétrico. A antena loop magnética é sensível às variações do campo magnético e não do campo elétrico, por isso o seu nome. De acordo com a lei de Faraday, a força eletromotriz induzida no loop da antena é dada pelo negativo da taxa de variação temporal do fluxo magnético na área que encerra o loop.

$$\varepsilon = -d\Phi(t)/dt. \quad (5.2)$$

Onde ε é a força eletromotriz induzida e Φ é o fluxo sobre a espira que forma o loop.

Seja o vetor indução magnética $\mathbf{B}(t)$, podemos escrever $\mathbf{B}(t) = B(t)\mathbf{u}$, onde $B(t)$ é a norma de $\mathbf{B}(t)$ e $\mathbf{u} = \mathbf{B}(t)/B(t)$. Considere o vetor $\mathbf{A} = A\mathbf{n}$, onde A é a área do loop da antena e $\mathbf{n}$ é o vetor unitário normal à superfície encerrada pelo loop. Então, o fluxo magnético sobre o loop será dado por:

$$\Phi(t) = \mathbf{B}(t) \cdot \mathbf{A} \quad (5.3)$$

Pode-se reescrever a expressão (5.3) como $\Phi(t) = B(t)A(\mathbf{n} \cdot \mathbf{u})$. Considerando que o módulo da indução magnética, que varia de forma senoidal com tempo, pode ser expresso por: $B(t) = B_0 \cos(\omega t)$, onde B_0 é amplitude da indução magnética e ω é a frequência angular da indução magnética. Sendo $\mathbf{n} \cdot \mathbf{u} = \cos(\theta)$, no qual θ é o menor ângulo entre os vetores unitários $\mathbf{n}$ e $\mathbf{u}$, então o fluxo magnético pode ser expresso por:

$$\Phi(t) = AB_0 \cos(\omega t) \cos(\theta). \quad (5.4)$$

Substituindo (5.4) em (5.1) obtemos então: $\varepsilon = -d[AB_0 \cos(\omega t) \cos(\theta)]/dt$, daí então:

$$\varepsilon = AB_0 \omega \sin(\omega t) \cos(\theta) \quad (5.5)$$

Pela equação (5.5) pode-se determinar, fixando-se o valor de θ , o valor máximo de ε :

$$\varepsilon_{\text{máx}} = AB_0 \omega \cos(\theta) \quad (5.6)$$

E da equação (5.6) podemos obter a força eletromotriz *rms* induzida na antena, para uma dada direção θ . Considerando $\omega = 2\pi f$, onde f é a frequência da onda eletromagnética, será dado por:

$$\varepsilon_{\text{rms}} = 2\pi f AB_{\text{rms}} \cos(\theta) \quad (5.7)$$

Por meio da equação (5.7), pode-se perceber que a força eletromotriz efetiva na antena depende do ângulo θ , ou seja, das direções do vetor campo magnético da emissão da rádio fonte e do vetor normal à superfície formado pelo loop, sendo máxima quando essas direções são paralelas, indicando que este tipo de antena é direcional, conforme mostra a figura 5.4.

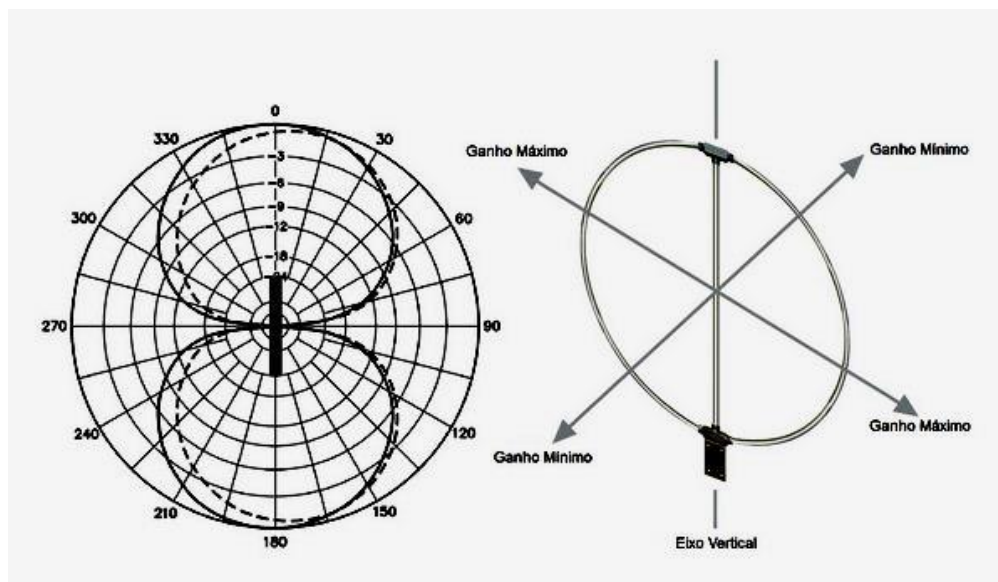


Figura 5.4. A direcionalidade da antena loop magnética. À esquerda o padrão gráfico da recepção da antena e a direita as direções de ganhos de recepção máximo e mínimo.

Simulações por meio de softwares e experimentos mostram que a antena loop magnética é similar, em funcionalidade, às antenas do tipo dipolo, com as vantagens de ter dimensões reduzidas e uma recepção com muito menos ruído e com a desvantagem de ter uma largura de banda de apenas 60 kHz, o que não permite captar todos os sinais emitidos, mas possibilita a captação da parte mais importante das emissões.

6. A Aplicação do Produto Educacional

6.1. Aplicação do produto em sala de aula

O produto educacional foi aplicado em uma das turmas do terceiro ano do nível médio da Escola Estadual Moreira e Silva localizada na cidade de Maceió - AL. Trinta e dois alunos participaram da aplicação, realizando um dos experimentos disponíveis no site e em seguida, avaliaram os recursos e a funcionalidade do site e a sua proposta como ferramenta didática. A avaliação feita pelos estudantes ocorreu por meio de um questionário com quatorze perguntas, onde no qual não foi obrigatória a identificação do aluno. O questionário está disponibilizado no Apêndice E. A turma escolhida para fazer a aplicação do produto foi questionada antes sobre o desejo de realizar a aplicação. Com a resposta positiva da turma e com a autorização da direção da escola, a aplicação do produto foi realizada.

Antes da aplicação do site como instrumento didático para a realização da atividade experimental, os estudantes tiveram uma aula teórica prévia, de 40 minutos de duração, a respeito do tema do experimento escolhido. O tema selecionado foi: Medindo o tempo: Construindo um relógio de Sol. Após a aula, o site Astronomia Prática foi apresentado aos alunos os quais tiveram um intervalo de 10 minutos para acessar suas diversas páginas e procurar o tema selecionado para a aplicação. Após isso foi distribuído o material necessário para a realização do experimento, onde o mesmo foi realizado em grupos de três ou quatro alunos, figura 6.1.



Figura 6.1. Estudantes montando o experimento acessando as instruções pelo site.

Os estudantes acessaram o site por meio de smartphones, figura 6.2, e também por um computador que estava na sala de aula ligado a um projetor multimídia. Como nem todos os grupos tinham acesso à internet foi necessário fazer um compartilhamento deste com quem não tinha. Isto foi feito por meio do smartphone do professor que aplicou o experimento. Foi dado aos estudantes um intervalo de tempo de trinta minutos para montar e testar o relógio de Sol proposto no site.



Figura 6.2. Alguns grupos acessaram o site via smartphone.

Foi notável o interesse e o empenho demonstrado pelos dos alunos, que estavam em sala, na execução do experimento. Figura 6.3.



Figura 6.3. A maior parte dos estudantes demonstrou interesse e empenho na tarefa.

Foi observado, durante a aplicação do produto, que os alunos ao mesmo tempo em que realizavam o experimento, colocavam em prática os assuntos vistos na aula teórica previamente ministrada. Eles ainda fizeram pesquisas na internet, em outros sites e blogs, sobre o tema do experimento. Os estudantes ainda deram várias sugestões para a construção de relógios de Sol diferentes.

Após a montagem do relógio de Sol, os alunos não puderam testar o dispositivo no momento da aula, pelo motivo do céu estava bastante nublado. Alguns estudantes levaram o relógio de Sol para casa, e lá fizeram os testes seguindo a orientação do site. Vários alunos compartilharam, via rede social, algumas imagens dos testes feitos de seus relógios de Sol, como mostrado na figura 6.4.



Figura 6.4. Relógio de Sol montado na aplicação do experimento.

Após o término da atividade experimental, o questionário avaliativo foi entregue aos alunos. Que tiveram 15 minutos para respondê-lo. Com a exceção da precariedade do acesso à internet na escola, não houve nenhuma dificuldade com relação à aplicação do produto educacional.

6.2. Análise dos resultados

Com base no questionário, respondido pelos alunos que participaram da aplicação do site como um produto educacional, foi possível avaliar a sua viabilidade como uma ferramenta educacional. Contudo, sem o propósito de obter uma generalização das

conclusões, já que é interessante que o mesmo seja aplicado mais vezes para termos uma melhor noção de possíveis melhorias que ainda possam ser feitas no site. O questionário foi montado com quatorze questões onde doze eram do tipo objetiva e duas abertas. As questões estavam relacionadas: ao ensino de Física e Astronomia, a aplicação de experimentos didáticos e também sobre o uso do site. A apresentação da maioria das respostas foi feita por meio de gráficos com os resultados expressos em porcentagens.

Análise da Questão 1: Você gosta da disciplina de Física?

Com base no resultado obtido, mostrado na figura 6.5, ficou evidente, para esse grupo de alunos, que a disciplina de Física é bem estimada, visto que 71,9% deles disseram gostar de Física. Não foi um resultado esperado, pois a disciplina de física geralmente não figura entre as mais queridas em pesquisas educacionais sobre interesse dos alunos pelas disciplinas escolares.

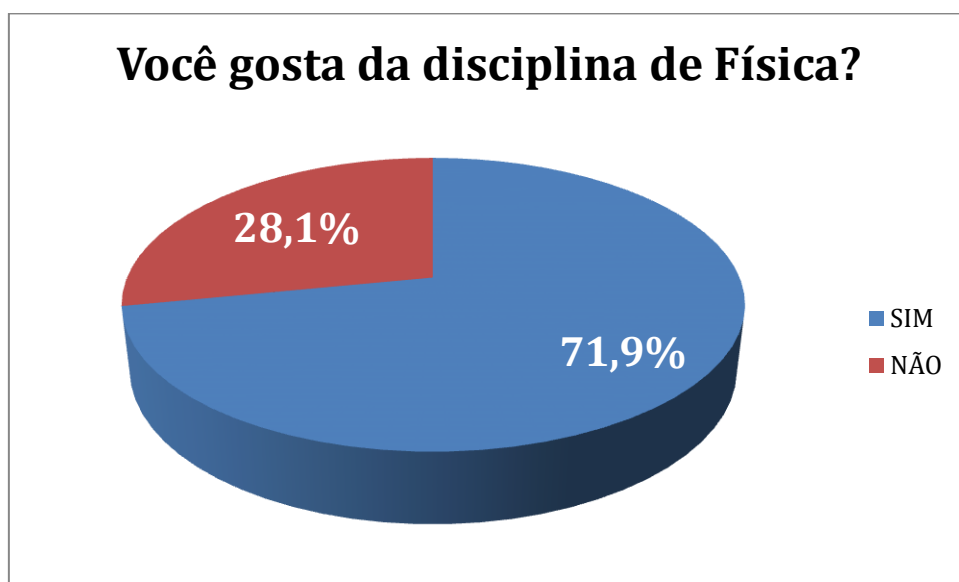


Figura 6.5. Resultado obtido da resposta da Questão 1.

Análise da Questão 2: Você gosta de ver experimentos, jogos, vídeos e simulações nas aulas de Física?

Para essa questão, 93,9% dos alunos responderam que sim e isso evidencia o poder atrativo que as aulas experimentais, ou outra que apresente algum recurso didático moderno, exercem sobre os alunos.

Análise da Questão 3: O que você gostaria que o professor fizesse nas aulas de Física?

Muitas das respostas para essa questão estão relacionadas à realização de mais aulas práticas. Dentre algumas respostas dadas pelos alunos, tivemos as seguintes:

“Trazer mais experimentos, jogos, vídeos, porque a aula fica mais interessante.”

“Gostaria que tivéssemos mais aulas dinâmicas, como a de hoje.”

“Fizesse experiências para motivar o aprendizado.”

“Experimento, jogos, vídeos, simulações é só.”

“Dá um foco maior nas aulas práticas que sai do padrão da escola e interagirmos mais.”

“Dinâmicas sobre os assuntos de Física.”

“Gostaria que tivesse mais experimentos.”

Isso mostra o interesse que os alunos possuem com relação a aulas práticas ou exposições que tenham a aplicação de outros instrumentos didáticos como jogos e vídeos. Isso sugere o quanto é interessante sair do padrão tradicional de aula, o qual é baseado apenas na exposição verbal lápis e quadro branco. Estas repostas estão em concordância com as respostas obtidas na questão 2.

Análise da Questão 4: Você já tinha estudado Astronomia antes?

As repostas dadas a essa pergunta, mostrada na figura 6.6, nos mostra a quase ausência dos temas da Astronomia nas aulas do ensino médio, visto que apenas 15,2% deles disseram que já haviam estudado astronomia anteriormente. Possíveis motivos para isso são: a falta de material didático referente a Astronomia e/ou a despreparação dos professores do ensino básico com relação aos conteúdos de Astronomia.



Figura 6.6. Resultado obtido da resposta da Questão 4.

Análise da Questão 5: *Você já tinha participado de um experimento para aprender algum conteúdo de Física ou de outra disciplina?*

A resposta para essa questão, exibida na figura 6.7, mostra que a aula do tipo experimental é um instrumento didático pouco utilizado, pois apenas 62,5% deles já haviam participado de experimentos em sala de aula. A disciplina mais destacada, para os alunos que responderam sim, foi a Química.

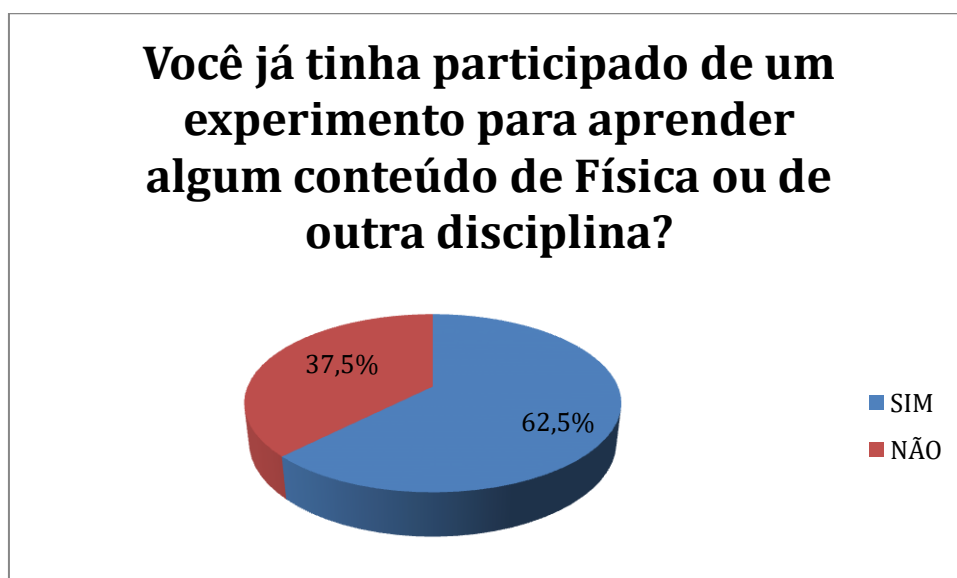


Figura 6.7. Resultado obtido da resposta da questão 5.

Análise da Questão 6: *Com relação ao uso de experimentos no ensino de Astronomia, você considera algo:*

Esta pergunta possuía quatro alternativas, e o resultado, mostrado na figura 6.8, indicou uma ótima aceitação, por parte dos alunos, da aplicação de experimentos nas aulas de Astronomia. Tivemos que 54,8% deles consideram que o uso de experimentos no ensino de astronomia é uma ótima prática; 35,5% consideraram como algo bom; 9,7% consideraram como algo regular, e nenhum deles disse que era algo ruim a ser feito.



Figura 6.8. Resultado obtido da resposta da Questão 6.

Análise da Questão 7: *Você acha que o experimento ajudou você a entender melhor o conteúdo ministrado?*

As respostas a essa questão, vistas na figura 6.9, evidenciam como a atividade prática executada na aplicação do produto auxiliaram os conteúdos da aula teórica, previamente ministrada, no processo de ensino aprendizagem. Foi obtido que 68,8% deles disseram que o experimento ajudou muito no entendimento do conteúdo ministrado; 28,1% disseram que só ajudou um pouco; 3,1% disseram que preferiam a aula sem o experimento, mas, como eram 32 alunos, isto corresponde a opinião de apenas um aluno da turma, e obtivemos ainda que nenhum deles consideraram que o experimento não ajudou em nada no entendimento do conteúdo previamente ministrado.

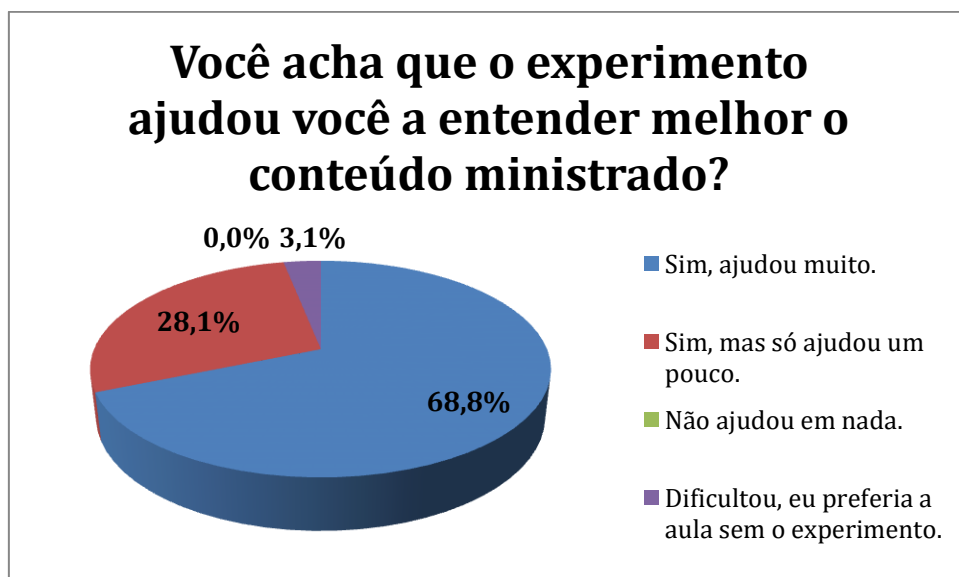


Figura 6.9. Resultado obtido da resposta da Questão 7.

Análise da Questão 8: O experimento lhe deixou mais motivado para participar da aula?

A resposta para essa questão forneceu um bom indicativo de que a experimentação realmente surte efeito na motivação pelo estudo dos conteúdos ministrados em sala, pois 90,6% dos estudantes responderam sim neste item do questionário, afirmando que se sentiram mais motivados para participar da aula por causa da realização do experimento.

Análise da Questão 9: O design do site é atraente?

O resultado obtido dessa questão indica que a parte visual do site foi muito bem aceita pelos alunos, pois 96,8% dos alunos responderam que sim, que o design do site é atraente.

Análise da Questão 10: As instruções do site para montar o experimento são fáceis?

Com 100% de respostas positivas para esse quesito, ou seja, todos disseram que as instruções do site são fáceis, houve o entendimento de que o site atendeu bem em termos de clareza, na exposição das informações, mostrando assim a viabilidade desse tipo de TIC na realização de aulas experimentais.

Análise da Questão 11: O uso do experimento lhe fez ficar motivado para participar de outras aulas como esta de Astronomia?

Obtivemos que 93,6% deles disseram que o experimento fez com que eles ficassem mais motivados para participar de outras aulas de astronomia, conforme mostrado na figura 6.10, o que indicou que o tema do experimento despertou o interesse, da grande maioria dos alunos, por alguns temas da Astronomia. Isto foi muito bom, pois, como tínhamos visto na questão 4, vimos que 84,5% nunca tinham estudado astronomia antes. Isso mostrou, mais uma vez, que aulas experimentais podem realmente motivar o aluno com relação ao estudo dos conteúdos da disciplina. O resultado aqui obtido está em concordância com os das questões 2, 3 e 7.

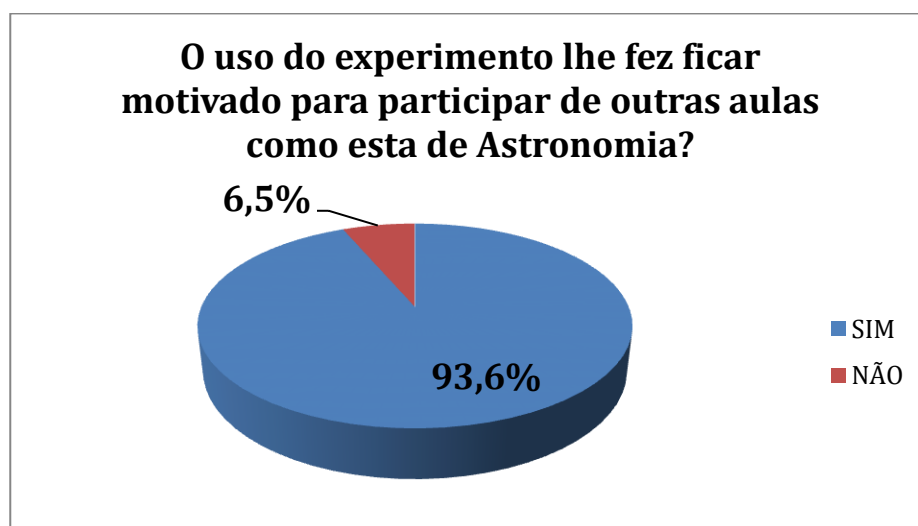


Figura 6.10. Resultado obtido da resposta da Questão 11.

Questão 12: Você se sente interessado para acessar o site novamente para fazer outro experimento?

As respostas recebidas por meio desta questão, veja a figura 6.11, mostraram que aulas experimentais associadas às TICs, neste caso o site, compõem uma funcional e atrativa ferramenta educacional, pois 93,8% deles disseram que ficaram interessados em acessar novamente o site e fazer outro experimento de astronomia.



Figura 6.11. Resultado obtido da resposta da Questão 12.

Questão 13: *Você acha que conseguiria fazer o experimento sozinho ou com colegas, sem o auxílio do professor?*

Este quesito visou saber a respeito do site como uma ferramenta didática autônoma, já que ela estará disponível para qualquer pessoa que tenha acesso a internet e o desejo de aprender e de realizar atividades práticas em Astronomia, e que não necessariamente esteja numa sala de aula. Pelos resultados obtidos, mostrados pela figura 6.12, pode-se entender que o site se presta muito bem para esta finalidade, pois 83,9% deles disseram que conseguiriam fazer o experimento sozinho, mesmo sem a ajuda de um professor. Apenas 16,1% deles disseram que não conseguiriam fazer o experimento sozinhos.

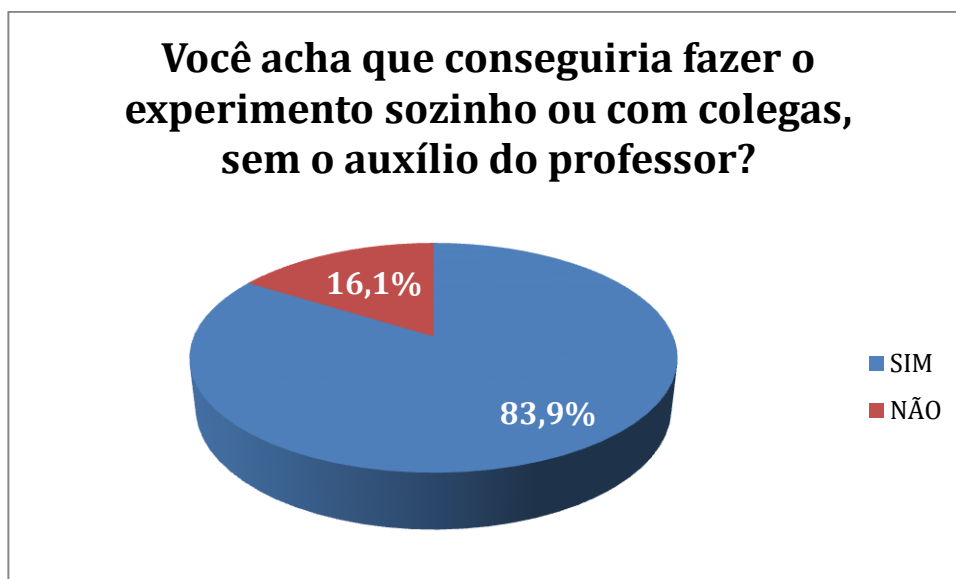


Figura 6.12. Resultado obtido da resposta da Questão 13.

Análise da Questão 14. *Caso deseje fazer algum comentário ou sugestão, escreva aqui:*

Em relação a última pergunta do questionário, foram obtidas poucas respostas neste item. A maioria delas sugeriu que os professores devem fazer mais aulas práticas e/ou usarem recursos como vídeos e jogos para tornarem as aulas mais interessantes. Estas sugestões e comentários indicam que estes tipos de práticas educativas, voltadas para a experimentação e para o uso de recursos didáticos tecnológicos, atraem o interesse do aluno para os conteúdos a estes relacionados.

CONCLUSÕES

Foi possível perceber, com a aplicação deste produto, que ele pode ser usado como uma boa ferramenta de auxílio didático para a realização de experimentos de astronomia. Acreditamos que mesmo com a precariedade do acesso à internet, que existe em muitas escolas brasileiras, ele poderá ser usado, já que não é necessária uma conexão de alta velocidade, e pode ser acessado em smartphones, tablets, etc. Além disto, ele é uma ferramenta muito útil para as pessoas que de forma independente estudam astronomia como um hobby.

Outro ponto importante a ser destacado é que os experimentos, em geral, exigem itens de custo relativamente baixo ou mesmo nenhum custo.

A aplicação da ferramenta educacional também mostrou que as TICs possuem um grande potencial de tornar o ambiente escolar mais próximo do mundo vivencial do aluno, transformando-o em algo mais natural para ele. A aceitação que os jovens, envolvidos na prática proposta na sala de aula, tiveram pelo site como um instrumento didático, foi bem maior do que realmente se esperava. As respostas e sugestões emitidas pelos estudantes, por meio do questionário, durante a aplicação do produto educacional confirmaram isso e farão parte da proposta que norteará o contínuo aperfeiçoamento desta ferramenta didática.

Ficou evidente, por meio das respostas dadas ao questionário e pelo comportamento que os alunos tiveram durante a aplicação deste produto, que as tecnologias de informação e comunicação já fazem parte da vida cotidiana do aluno, mesmo que ainda precariamente para muitos. Foi notável também a constatação de que a utilização de ferramentas didáticas, utilizando os princípios da aprendizagem significativa, como a experimentação, estimula o aprendizado e o interesse do aluno pelos conteúdos da disciplina e ainda permitem ao estudante desenvolver novas habilidades e aprimorar às que já possui, contribuindo no processo de formação dos nossos estudantes para serem verdadeiros cidadãos críticos e reflexivos.

De forma geral, os alunos gostaram muito do design do site, da forma como as instruções são colocadas, fazendo com que possam montar os experimentos sozinhos, mesmo sem a ajuda de um professor, e também ficaram interessados em fazer outros experimentos de astronomia. Assim, esperamos que o presente trabalho possa ser uma ferramenta potencialmente significativa para os professores que desejarem ministrar astronomia em suas turmas, ou mesmo para aqueles que desejarem estudar astronomia como um hobby.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. P. **A Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel**. YouTube, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wZzwpF2S1uY> Acesso em: 10 Set 2018.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana. Tradução para o português do original *Educational psychology: a cognitive view*. 625 p., 1980.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. 144 p.

BRUINI, E. C. **Aprendizagem significativa**. Brasil Escola, 2010. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/aprendizagem-significativa.htm> Acesso em: 14 Set 2018.

FEIX, E. C.; SARAIVA, S. B.; KIPPER, L. M. **A importância da Física Experimental no processo ensino-aprendizagem**. III Salão de Ensino e de Extensão. UNISC – Santa Cruz do Sul/RS, 2012.

FERNANDES, E. **David Ausubel e a aprendizagem significativa**. Nova Escola, 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa> Acesso em: 30 Set 2018.

FORTUNA, T. R. **Jogo em aula: recurso permite repensar as relações de ensino aprendizagem**. Revista do Professor, Porto Alegre, 2003, v. 19, n. 75, p. 15.

GOULART, O. F.; MAIA, E. D. **Construção de um site como produto educacional: relações entre a pesquisa na sala de aula e a mídia digital**. Revista Polyphonia, v. 26/1, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/sv/article/download/37980/19089> Acesso em: 28 Dez 2018.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4ª ed., São Paulo: Editora Edusp, 2008.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: Repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda., 2013. 215 p.

MORAN, J. M. **Como utilizar a Internet na educação: relatos de experiências. Ciência da Informação**, Brasília, 1997, v.26, n.2, p. 146-153. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651997000200006 Acesso em: 20 Dez. 2018.

MORAN, J. M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Campinas: Papirus, 2001.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre/RS, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/> Acesso em: 10 Dez. 2018.

MOURÃO, R. R. F. **Da Terra às Galáxias**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1977.

NICOLINI, J. **Manual do Astrônomo Amador**. 3ª edição. Campinas: Editora Papirus, 2000.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/> Acesso em: 20 Dez 2018.

ORNELLAS FARIAS, A. J. **A Psicologia Educacional da Aprendizagem Significativa aplicada à Programação Escolar**. Psicologia & Saberes, v. 7, n. 8, 2018.

QUEIROZ, V. **A Astronomia presente nas séries iniciais do Ensino Fundamental das Escolas Municipais de Londrina**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

RODRIGUEZ, H. D. G.; SALAZAR, E. A. Q.; TORRES, L. F. C. **Development of a Magnetic Loop Antenna for the Detection of Jovian Radiowaves at 20.1 MHz**. *Tecciencia* [online]. 2016, vol. 11, n. 20, p. 41-46. ISSN 1909-3667. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18180/tecciencia.2016.20.6>. Acesso em: 15 Jan 2019.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SILVA, M. **Internet na escola e inclusão**. Tecnologias na escola – Ministério da Educação, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/2sf.pdf> Acesso em: 16 Dez. 2018.

SILVA, M. A. S. *et al.* **Utilização de Recursos Didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Ciências Naturais em turmas de 8º e 9º anos de uma Escola Pública de Teresina no Piauí**. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, Palmas, 2012, Anais do VII CONNEPI. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3849/2734> Acesso em: 22 Dez. 2018.

SUDDEN IONOSPHERIC DISTURBANCES (SID) MONITORING STATION A118. **Magnetic Loop Antenna Theory**. Disponível em: <https://sidstation.loudet.org/antenna-theory-en.xhtml>. Acesso em: 14 Jan 2019.

APÊNDICES

Apêndice A

Produto Educacional: Medindo direções - Construindo um Gnômon

O GNÔMON

(Disponível em: <http://www.astronomiapratica.com.br/>)



Figura 1: O Gnômon, antigo instrumento usado para marcar direções e o tempo.

É muito comum em nossas aulas de geografia no nível fundamental (ou mesmo médio), aprendermos a determinar os pontos cardeais simplesmente apontando o nosso braço direito para onde o Sol “nasce” e o esquerdo para onde o Sol se “põe”. Nossos braços determinariam assim a direção leste-oeste e as nossas frente e costa a direção norte-sul, conforme mostrado na figura 2.

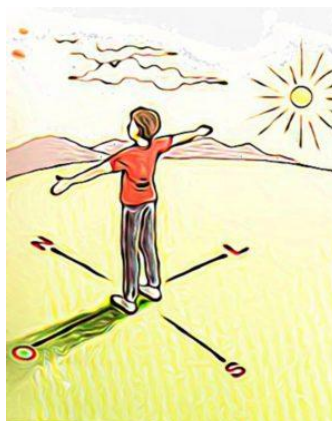


Figura 2: Forma errônea para determinar os pontos cardeais ensinadas em muitos textos de geografia do ensino fundamental.

Mas será que isto realmente nos fornece as direções com uma boa precisão? Observações astronômicas nos mostram que o Sol não nasce e nem se põe nos mesmos lugares todos os dias. Isso ocorre devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol e também por a Terra ter seu eixo de rotação inclinado de aproximadamente $23^{\circ} 27'$ com relação ao plano de sua órbita (plano da eclíptica), como mostrado na figura 3.



Figura 3: Inclinação do eixo de rotação da Terra com o plano de sua órbita.

Assim o Sol percorre, anualmente, uma distância angular de aproximadamente $46^{\circ} 54'$ entre os solstícios de verão e inverno nascendo e se pondo apenas nas direções leste e oeste respectivamente apenas nos equinócios de primavera e outono. Utilizar esse método errôneo de orientação pode nos levar a tomar direções erradas e podemos nos perder numa situação que exija uma orientação precisa. Como poderíamos então definir precisamente os pontos cardeais utilizando as posições do Sol? Um processo preciso, mas não perfeito, seria a utilização de um dispositivo denominado Gnômon. O Gnômon é um dispositivo, que desde

tempos antigos, é utilizado para marcar as horas do dia e medir direções. Ele é constituído, em sua forma básica, de uma haste vertical fincada numa superfície plana, lisa e horizontal.



Figura 4: O Gnômon montado.

Descrição da atividade prática

Nesta atividade prática usaremos o Gnômon para determinar o meridiano astronômico local (MAL) e os pontos cardeais com boa precisão.

Em Astronomia, um meridiano é um círculo máximo imaginário situado na esfera celeste que passa pelos polos norte e sul desta esfera. Um meridiano local é aquele que passa pelo zênite e pelo nadir do lugar. O instante em que o Sol cruza o meridiano local é denominado meio-dia verdadeiro do lugar. Não devemos confundir o horário verdadeiro do lugar com a hora legal a qual é definida para toda uma região geográfica em função de um fuso horário. Dois pontos dentro de uma região de mesmo fuso horário podem ter horas locais verdadeiras diferentes.

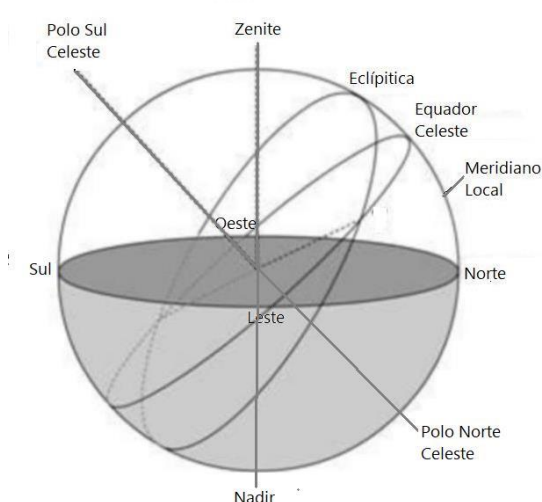


Figura 5: A esfera celeste e o meridiano astronômico do lugar (MAL).

O Gnômon precisa ser montado num lugar de céu aberto, onde ele possa receber a luz solar durante toda a parte do dia e da tarde. Para montá-lo é só espetar uma varinha vertical no solo. É conveniente verificar sua verticalidade com um fio de prumo para garantir um bom funcionamento do dispositivo. Marque alguns pontos extremos da sombra projetada pela haste no solo (dois ou três) durante o período do dia e sobre estes trace alguns círculos no qual a haste esteja no centro do mesmo.

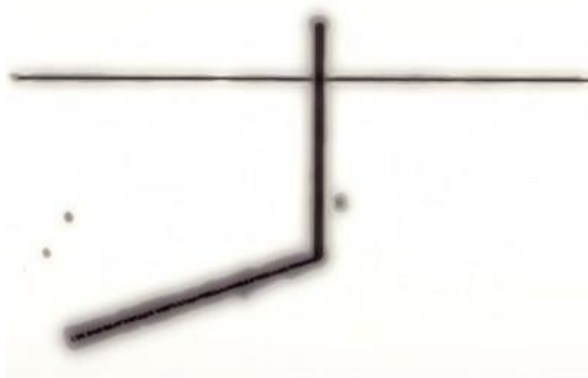


Figura 6: Sombra projetada pelo Gnômon, marcar a extremidade da sombra.

Para isto, tome um cordão com um prego (ou uma fina vareta de madeira) preso em uma das pontas do cordão e amarre a outra ponta a base da haste do Gnômon. A amarração deve ser feita de forma que o cordão possa girar livremente em torno da haste (ver figura 7). O horário ideal para a realização desta marcação deve ser com o Sol já um pouco alto, entre 8hs e 11hs, pois no início da manhã as sombras serão muito longas e próximo ao meio dia serão muito curtas.



Figura 7: (a) Foto mostrando uma pessoa traçando um círculo sobre a extremidade da sombra. (b) Figura mostrando vários círculos obtidos após várias marcações da posição da sombra.

No período da tarde as sombras voltarão a atingir as circunferências desenhadas novamente. É preciso ficar atento a estes momentos e neles marcar os novos pontos de incidência das extremidades das sombras da haste sobre as circunferências, como mostrado na figura 8.

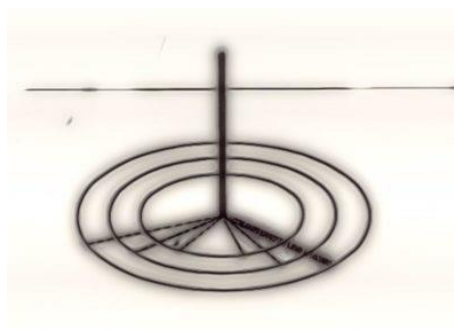


Figura 8: Marcação dos pontos no período da tarde.

Para a determinação da direção Leste-Oeste basta passar um segmento de reta pelos pontos marcados sobre um mesmo círculo, como mostrado na figura 9. Para a determinação da direção Norte-Sul tomamos a bissetriz do ângulo central à circunferência formado por dois pontos de uma mesma circunferência ou simplesmente traçamos uma reta perpendicular a direção Leste-Oeste já traçada. A direção Norte-Sul indica a linha meridiana local.



Figura 9: Marcação dos dois pontos sobre uma mesma circunferência. A reta que passa pelos pontos é a direção Leste-Oeste e a bissetriz do ângulo formado pelos dois pontos e centro da circunferência será a linha meridiana, a direção Norte-Sul.

O Gnômon apesar de ser um instrumento muito simples e primitivo ele é essencial para determinarmos as os pontos cardeais com precisão. Um astrônomo amador que queira realizar medições das posições dos astros de forma precisa necessita de uma boa marcação dos pontos cardeais. E então, vamos montar um Gnômon

Apêndice B

Produto Educacional: Medindo o Tempo - Construindo um relógio de Sol

O RELÓGIO DE SOL

(Disponível em: <http://www.astronomiapratica.com.br/>)

O relógio de Sol é um dispositivo que desde a antiguidade é utilizado para as marcações do tempo do período diurno. Ele consiste de um Gnômon especial com marcações cuja finalidade é indicar as horas do dia. Atualmente os relógios de Sol são construídos com algumas finalidades e entre elas estão as decorativas, como os relógios de Sol de Jardim (ver figura 1) e as educacionais com o objetivo do ensino da Astronomia.

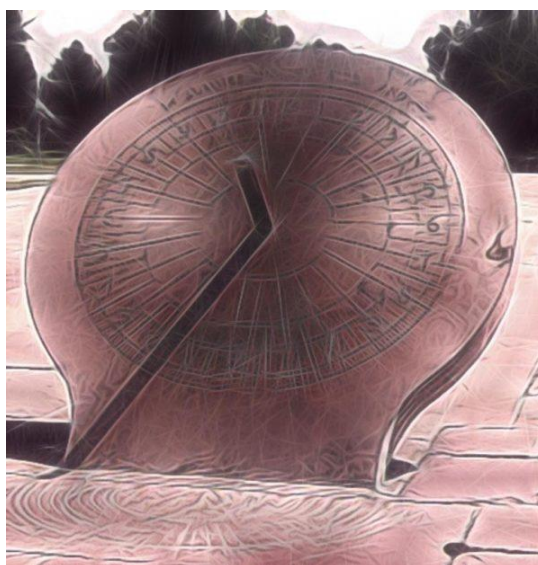


Figura 1: Relógio de Sol decorativo.

As observações gnomônicas, quando a haste tem orientação paralela ao eixo de rotação da Terra, apresentam uma classe denominada de observações horárias. Vamos construir nosso relógio de Sol usando este princípio. Para esta finalidade iremos orientar o Gnômon na direção Norte-Sul com uma inclinação, com relação ao plano horizontal, igual a da latitude local. A haste do relógio deverá apontar para o polo sul celeste. Para determinarmos a direção Norte-Sul podemos usar um gnômon vertical, para isto veja a prática **Medindo direções – Construindo um Gnômon** (Apêndice A), ou simplesmente use uma bússola. Devemos ter cuidado com o uso da bússola, pois ela aponta o norte magnético e não o geográfico, no qual estamos interessados. Para obtermos a direção do norte geográfico é preciso adicionar à direção magnética o valor da **declinação magnética** do local. Você pode

verificar a declinação magnética da sua região acessando o site do Observatório Nacional¹. Para encontrarmos a latitude e a longitude do local pode-se usar os dados obtidos por um GPS (um GPS de celular serve muito bem), ou você pode, com acesso à internet, acessar o Google Maps e lá verificar a sua localização. Quando um relógio de Sol é montado com o seu eixo apontado para o polo sul celeste, ele é denominado Relógio de Sol Equatorial (ver Figura 2).

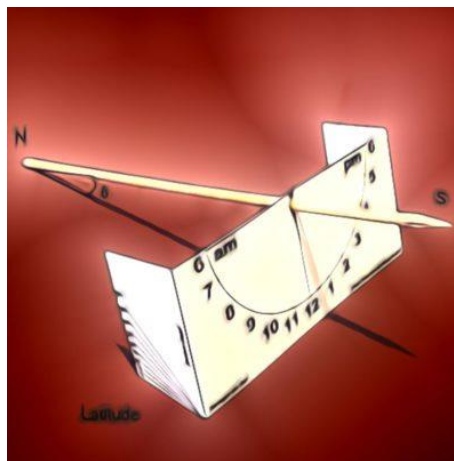


Figura 2: Relógio de Sol equatorial.

Esta prática visa a montagem de um relógio de sol deste tipo. Vamos à prática então!

Material necessário:

- 1- Um mostrador de relógio.
- 2- Uma haste (Gnômon).
- 3 - Uma bússola, ou um Gnômon vertical com os pontos cardeais já marcados.

O mostrador você pode construir manualmente usando um transferidor e uma régua ou usar o mostrador prático que está disponibilizado na página para download. O pino pode ser um espetinho ou um lápis de madeira. Aqui usaremos o mostrador fornecido na página.

Procedimento: Usando o mostrador prático

¹ Disponível em: <http://extranet.on.br/jlkm/magdec/index.html>.

1. Faça o download da figura 3 e imprima. Corte da borda do papel ao longo das linhas pontilhadas. Se necessário para estabilidade ou durabilidade, cole a figura em uma folha de papelão ou cartolina e corte novamente. Dobre ao longo da linha horizontal sólida com a linha do lado de fora. Vinque e abra a parte dobrada novamente.

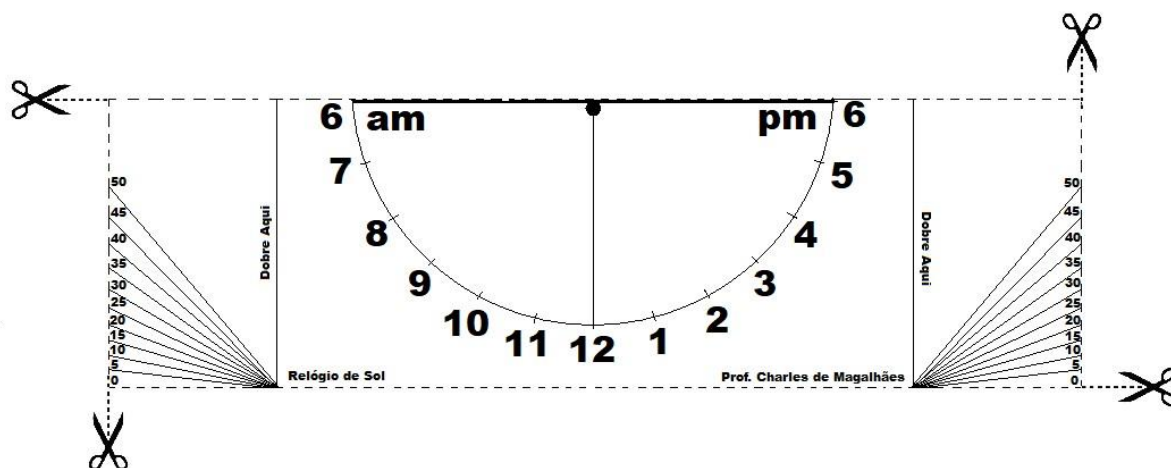


Figura 3: Figura para o mostrador prático do nosso relógio de sol.

2. Insira uma ponta de espetinho de madeira (ou lápis) afiada através do pequeno círculo na parte superior central. O comprimento do espetinho deve ser ajustado, na parte traseira do relógio de forma que este fique praticamente perpendicular (faça um ângulo de 90°) com a superfície do mostrador, como mostrado na figura 4.



Figura 4: Mostrador dobrado e com a haste (espetinho) fixada.

3. Selecione a linha de latitude, nas abas laterais do mostrador, mais próxima de sua latitude (obtida por um GPS ou no Google Maps) e faça um corte sobre a respectiva linha, como mostrado na figura 5.

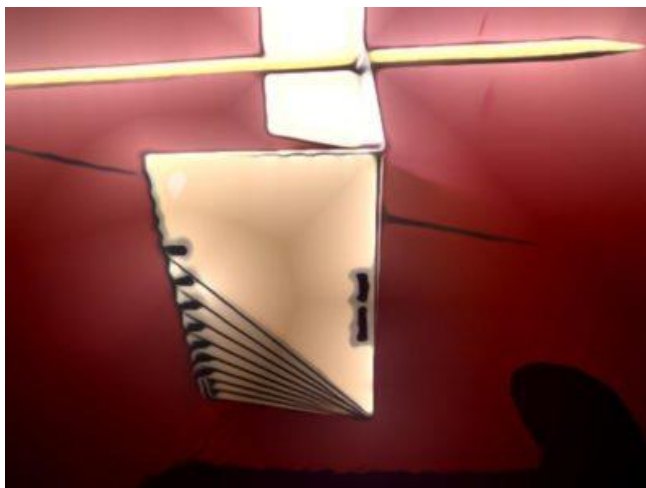


Figura 5: Vista da aba lateral do relógio mostrando o corte na linha de latitude.

4. Gire o relógio de Sol de forma que o lápis aponte para o sul, conforme determinado por um Gnômon vertical ou uma bússola, como mostrado na figura 6.



Figura 6: Relógio de sol orientado pela bússola.

Lembre de somar a declinação magnética do lugar para encontrar a direção do norte geográfico. Declinações para o Leste são positivas e ao Oeste são negativas. Veja um exemplo: Considere uma declinação de 20° ao oeste. Temos então uma declinação negativa de -20 graus assim o norte verdadeiro será dado por: $360^\circ - 20^\circ = 340^\circ$. Ajustamos então a bússola, girando-a, para que a agulha aponte nessa direção, feito isso a direção zero grau apontará o norte geográfico, como mostrado na figura 7.

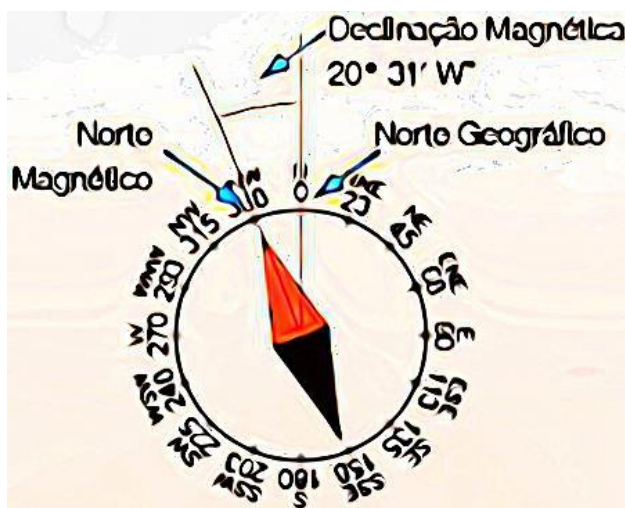


Figura 7: Adicionando a declinação magnética a bússola.

Se você não conseguir encontrar o sul, uma alternativa, não muito precisa, é orientar o relógio de sol para que ele esteja de acordo com o seu relógio.

Vale aqui deixar uma observação importante: Caso a sua região esteja no horário de verão, é preciso subtrair uma hora a partir da hora do relógio.

O formato elíptico da órbita da Terra e a inclinação do seu eixo de rotação com o plano de sua órbita não nos permite obter uma orientação fixa com relação à superfície da Terra que mantenha uma relação geométrica constante com relação ao Sol. Por esse motivo não é possível com apenas o paralelismo do eixo da Terra e um mostrador fixo, construir relógios de Sol que forneçam uma hora muito precisa durante todo o ano, mas o relógio de Sol Equatorial pode nos fornecer com relativa precisão uma boa medida do tempo durante o ano todo, além de poder ser utilizado como um instrumento didático de Astronomia, Física, Matemática e Geografia.

A hora mostrada pelo relógio de Sol Equatorial, posicionado corretamente, é denominada hora solar aparente do lugar, hora esta compartilhada por todos os pontos situados no meridiano que passa pelo local, isto é pontos de mesma longitude. A hora aparente do lugar pode diferir da hora mostrada pelo seu relógio de pulso ou celular, pois esta hora marcada por estes aparelhos é denominada hora civil. Dois pontos com longitudes diferentes podem possuir a mesma hora civil, mas possuem horas solares aparentes locais diferentes.

Apêndice C

Produto Educacional: Medindo Distâncias – Medindo o Diâmetro do Sol

(Disponível em: <http://www.astronomiapratica.com.br/>)



Breve resumo histórico sobre o tema

Este experimento tem por objetivo determinar o diâmetro do Sol usando uma câmara escura de orifício com dados (atualizados) obtidos por métodos desenvolvidos pelos antigos astrônomos gregos. Aprender astronomia é também aprender seus métodos.

Dentre os ramos da Astronomia, temos a Astrometria, é o ramo da Astronomia que lida com a medida precisa da posição das estrelas e de outros corpos celestes, assim como de suas distâncias e seus movimentos.

Vários ramos da Astronomia, como a Astrofísica, dependem muito da Astrometria para determinar as características físicas de um astro. Para isto, muitas vezes, é preciso determinar as dimensões e/ou distância do objeto em estudo. Uma destas características poderia ser, por exemplo: a magnitude absoluta, a medida do brilho intrínseco de um objeto celeste. Para esta determinação é necessário saber a distância do objeto até nós. Assim determinar as distâncias e as dimensões dos astros são objetivos importantíssimos para a Astronomia.

Desde a época dos antigos gregos já eram conhecidos métodos para a determinação das distâncias da Terra ao Sol e da Terra à Lua e dos respectivos diâmetros desses astros (incluindo o da Terra). Hiparcus de Nicéia (190 a.C. - 120 a.C.) já havia determinado que a distância da Terra a Lua seria em torno de 30 vezes o diâmetro da Terra e Eratóstenes de Cirene (276 a. C. - 194 a.C.) já havia medido a circunferência da Terra em 250.000 estádios (40.000 km aproximadamente) o que nos fornece um diâmetro aproximado de 12.800 km para

a Terra, o que é muito próximo do valor médio real para o diâmetro da Terra, que é de 12.742 km.

Aristarco de Samos (310 aC - 230 a.C.) utilizando-se de observações das fases da Lua e da geometria conseguiu avaliar uma distância entre a Terra e o Sol. Apesar de não ter determinado corretamente essa distância devido a algum erro cometido na determinação experimental do ângulo formado pela Lua, Sol e Terra, o qual foi avaliado em 3 graus e também no diâmetro angular do Sol, medido como 2 graus. Os valores obtidos por Aristarco foram muito diferentes dos aceitos atualmente, porém o método de Aristarco, com as devidas correções de tais medidas, fornece com boa precisão a distância da Terra ao Sol.

Hipóteses em que Aristarco se baseou

Para fazer essas determinações Aristarco usou o esquema mostrado na figura 1, e se baseou nas seguintes hipóteses:

1. A Lua é iluminada pelo Sol.
2. A Lua possui órbita circular e no centro desta está a Terra.
3. Nas fases quarto crescente e minguante a linha que divide o círculo da Lua nas partes brilhante e escura é paralela à linha que liga a Terra à Lua.
4. No momento em que a Lua está nas fases quarto crescente ou quarto minguante o ângulo Lua, Sol, Terra vale 3 graus.
5. Os Diâmetros angulares da Lua e do Sol valem 2 graus com relação à Terra.
6. O diâmetro do cone de sombra da Terra é o dobro do diâmetro da Lua.

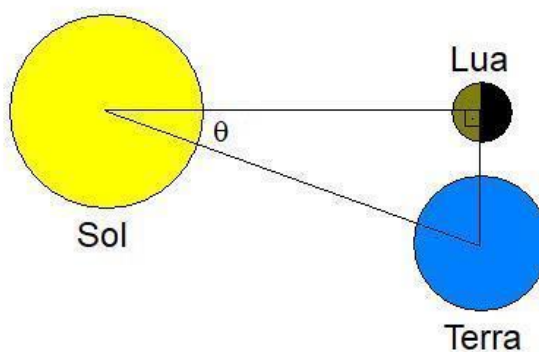


Figura 1. Esquema usado por Aristarco para as determinações das distâncias da Lua e do Sol à Terra.

Com os dados obtidos, Aristarco determinou que a distância Terra-Sol seria de 19 vezes o diâmetro da Terra, valor este aceito atualmente em torno de 380 vezes, e que o diâmetro do Sol seria de 6,7 vezes o diâmetro da Terra, 109 vezes em valores atuais. Hoje o valor medido para o ângulo Lua, Sol, Terra é de $0,15^\circ$. Serão utilizados os valores atualizados das medidas em nossos cálculos, mas ao invés de usarmos o diâmetro angular do Sol, atualizado em aproximadamente $0,5^\circ$, iremos utilizar uma câmara escura de orifício e a partir do diâmetro da imagem obtida calcularemos o diâmetro do Sol. Pode-se obter a distância da Terra ao Sol pelo método de Aristarco utilizando o modelo da figura 1.

Assim, temos que o ângulo θ formado pela Terra, Sol e Lua vale $0,15^\circ$, e que o seno do ângulo θ será a razão da distância da Terra à Lua (D_1) pela distância da Terra ao Sol (D_2), como mostrado na figura 1. Assim $\sin(0,15^\circ) = D_1 / D_2$. Consultando uma tabela trigonométrica ou uma calculadora científica podemos obter o seno de $0,15^\circ$, que vale aproximadamente 0,00262. Então podemos escrever que: $0,00262 = D_1 / D_2$, onde então, $D_2 = D_1 / 0,00262 = 382 D_1$. Como $D_1 = 30 \times (\text{Diâmetro da Terra}) = 30 \times 1,28 \times 10^4 \text{ km} = 3,84 \times 10^5 \text{ km}$. E assim $D_2 = 382 \times 3,84 \times 10^5 \text{ km} = 1,47 \times 10^8 \text{ km}$. Valor este que apresenta um erro de aproximadamente 10% com relação ao atual valor da distância média do Sol até a Terra que vale $1,496 \times 10^8 \text{ km}$. Deste modo adotaremos o valor de $1,47 \times 10^8 \text{ km}$ como valor para a distância da Terra ao Sol em nossos cálculos. Isso não atrapalha os resultados, pois em geral o Sol estará numa distância diferente de $1,496 \times 10^8 \text{ km}$ devido ao formato da órbita da Terra ser uma elipse. É importante observar que as operações realizadas como os valores acima foram feitas levando em consideração apenas 3 algarismos significativos o que é mais que o suficiente para o propósito deste experimento.

Procedimentos para a realização do experimento

Antes de iniciarmos o experimento, é muito importante fazermos a seguinte advertência:

ADVERTÊNCIA:
ANTES DE FAZER ESTE EXPERIMENTO, CERTIFIQUE-SE DE NÃO OLHAR DIRETAMENTE PARA O SOL. OLHAR DIRETAMENTE PARA O SOL PODERÁ CAUSAR DANOS IRREVERSÍVEIS A SUA VISÃO. ESTE EXPERIMENTO DEVERÁ SER REALIZADO DE FORMA QUE SEUS OLHOS NÃO SEJAM APONTADOS DE FORMA DIRETA PARA O SOL. NÃO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NENHUM DANO CAUSADO AOS SEUS OLHOS

OU A SUA SAÚDE DE FORMA GERAL. CRIANÇAS NÃO DEVERÃO REALIZAR ESTE EXPERIMENTO A NÃO SER COM O ACOMPANHAMENTO DE UM ADULTO RESPONSÁVEL.

O objetivo principal desta atividade experimental é determinarmos com precisão relativamente boa o diâmetro do Sol. Para tal finalidade será utilizado um antigo instrumento óptico: uma câmara escura de orifício, como a representada na figura 2.

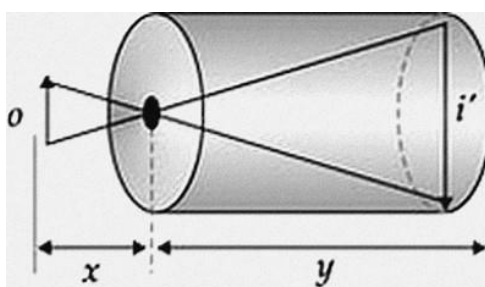


Figura 2: Câmara escura de orifício. Aqui vale a relação: $i/o = y/x$. Onde: o , é o tamanho do objeto e será o diâmetro do Sol a ser calculado; i , é o tamanho da imagem projetada do objeto; x , é a distância do objeto a câmara, será a distância da Terra ao Sol e y , é o comprimento da câmara.

Na óptica geométrica estudamos que a relação $i/o = y/x$ é válida para a câmara escura. Usaremos esta expressão para calcular o diâmetro do Sol. Mas para isso precisaremos obter o valor de i (tamanho da imagem) numa câmara escura.

Construção da Câmara Escura

Material utilizado:

- Uma cartolina tipo guache de cor preta;
- Uma folha de papel vegetal ou no caso da falta deste pode ser uma folha A4;
- Tesoura;
- Cola para papel;
- Lápis;
- Três elásticos de dinheiro;
- Agulha ou prego fino;
- Régua milimetrada.

Procedimento experimental:

1. Corte a cartolina pela metade e monte um cilindro de diâmetro entre 6 e 8 centímetros de forma que o comprimento do tubo seja o maior comprimento da cartolina. Certifique-se de que o tubo está bem colado e sem brechas. Para isso cole a cartolina e a prenda com os elásticos de dinheiro até que a cola fique completamente seca, como mostrado na figura 3. A parte preta da cartolina deverá ficar na parte interna do cilindro.



Figura 3: Tubo de cartolina colando.

2. Com o lápis sobre a outra metade da cartolina, marque um círculo usando como contorno uma das bases do cilindro. Corte um círculo ligeiramente maior que o diâmetro do cilindro e o cole fechando a base correspondente. Com uma agulha ou prego fino faça um furo

bem no centro do círculo. Esta será a face que será apontada para o Sol. Veja na figura 4 como isto ficou montado e note que a parte preta da tampa ficou para dentro do tubo.



Figura 4: Tampa de umas das bases do cilindro. Neste caso essa será a face (frente do tubo) que deverá ser apontada para o Sol.

3. Faça novamente o que foi feito no item 2 só que com o papel vegetal (ou papel A4). Esta face não deverá ser furada (ver figura 5). Ela será a tela na qual será projetada a imagem do disco solar.



Figura 5: Com o papel vegetal (ou chamex) será construída a tampa (fundo do tubo) que será a tela de projeção da imagem do disco solar.

Por fim, meça, com uma régua milimetrada, o comprimento (y) da câmara escura e anote o valor. Pronto a câmara escura de orifício está montada e pronta para uso.

Uso do dispositivo

Aqui mais uma vez quero advertir que olhar diretamente para o Sol, em quaisquer circunstâncias, poderá causar danos irreversíveis a visão, portanto todo o cuidado com seus olhos é pouco. Ao apontar o dispositivo procure algo como um muro ou uma mureta para apoiar o dispositivo e ficar protegido da ação direta dos raios solares. Evite fazer este experimento entre as 10 hs e as 14 hs, horários em que o Sol está muito intenso e no qual há pouca proteção de sombras.

Apoie a câmara escura sobre uma mureta de forma que você fique na parte da sombra protegido dos raios solares e aponte a face com o furo na direção do Sol. Vá procurando a imagem do Sol, sem olhar diretamente para ele, girando e movendo a câmara para cima e para baixo para um lado e para o outro até que uma pequena imagem do disco solar apareça na tela de projeção da câmara. Apoie uma régua nesta face, como mostrado na figura 6, e com ela tente medir o diâmetro da imagem projetada. Se possível faça várias medidas e use o valor médio delas nos seus cálculos. Quanto mais medidas forem feitas mais será preciso o resultado.



Figura 6: Com a câmara apoiada e com o observador protegido do Sol pode-se efetuar a medida da imagem solar com uma régua. Note na parte superior da tela de projeção uma pequena imagem do disco solar.

Qual valor você encontrou para o diâmetro da imagem Solar? Faça as contas e compare com o valor aceito atualmente ($1,40 \times 10^6$ km).

Qual o erro em porcentagem com relação ao valor aceito atualmente e o medido por você?

Para título de exemplo, a câmara escura montada aqui tem 485 mm de comprimento e o diâmetro da imagem do Sol medido por esta câmara foi de 4,5 mm, assim:

$$i = 4,5 \text{ mm};$$

$$x = 1,47 \times 10^8 \text{ km};$$

$$y = 485 \text{ mm};$$

o , é o que queremos calcular.

Usando a expressão da câmara escura descrita anteriormente temos:

$$4,5/o = 485/(1,47 \times 10^8 \text{ km}).$$

Onde obtemos: $o = 1,36 \times 10^6 \text{ km}$ com um erro de aproximadamente 3%. O qual é um excelente resultado para a simplicidade que é montagem e a execução deste experimento.

Apêndice D

Produto Educacional: Ouvindo o Céu, construindo um radiotelescópio

(Disponível em: <http://www.astronomiapratica.com.br/>)



Introdução

A Radioastronomia é um ramo da Astronomia que estuda as radiações eletromagnéticas emitidas ou refletidas pelos corpos celestes. A recepção destas radiações é feita por intermédio de radiotelescópios, como os mostrados na Figura 1.



Figura 1: Conjunto profissional de rádio telescópios².

² Figura obtida em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap020528.html>.

Os radiotelescópios são instrumentos utilizados para a investigação de corpos celestes, pois captam ondas eletromagnéticas que estão fora do intervalo visível. Atualmente a Astronomia amadora (ver Figura 2) está, devido ao atual desenvolvimento tecnológico, entrando em áreas que eram acessíveis quase exclusivamente para os profissionais do setor.



Figura 2: Rádio telescópio amador³.

Entre estas áreas encontra-se a Radioastronomia. Astrônomos amadores do mundo inteiro estão hoje construindo seus radiotelescópios, recebendo sinais do universo em diversas faixas do espectro eletromagnético e realizando belíssimos trabalhos com os seus aparelhos. No Brasil ainda é muito modesto o uso de radiotelescópios por astrônomos amadores.

Motivação do Projeto

No Brasil, em termos de Astronomia amadora, existe uma carência enorme de projetos e trabalhos neste ramo. Mesmo com o barateamento dos produtos tecnológicos a Astronomia amadora ainda é muito dispendiosa para a realidade da grande maioria dos professores e estudantes brasileiros.

Existem vários projetos e kits para a construção de radiotelescópios. Encontramos a maioria deles em sites estrangeiros nos quais boa parte deles, se não todos, estão fora do poder aquisitivo da maioria dos nossos estudantes e professores. Dentre esses projetos destaca-se o Radio JOVE (ver Figura 3) da NASA (agência espacial americana), kit de um radiotelescópio (rádio e antena) para ouvir sinais do planeta Júpiter.

³ Figura disponível em: <https://www.primalucelab.com/wp/radioastronomy/amateur-radio-astronomy-radioastronomia-amatoriale>



Figura 3: Projeto rádio JOVE da NASA.

Infelizmente o valor do kit pode passar bem mais do que dos 210 dólares cobrados pela agência americana, veja a tabela 1, devido ao valor do frete e dos impostos praticados pela agência aduaneira brasileira.

Item # RJK: Complete Radio JOVE Kit This complete kit includes the unbuilt Radio JOVE Receiver Kit (RJR), Antenna Kit (RJA), printed construction manuals, RJ Reference CD (RJC), Radio-SkyPipe, and Radio-Jupiter Pro software Licenses. (Note: Kit does not include antenna support structure.) Price: \$210 + Shipping (See below for shipping fees.)	Item # RJR: Radio JOVE Receiver Kit Includes the unbuilt Radio JOVE Receiver Kit, a printed construction manual, RJ Reference CD (RJC), Radio-SkyPipe, and Radio-Jupiter Pro software Licenses. Price: \$165 + Shipping (See below for shipping fees.)
Item # RJA: Radio JOVE Antenna Kit The Radio JOVE Antenna Kit includes a printed construction manual, antenna wire, cable, connectors, power combiner, and insulators. (Note: Kit does not include antenna support structure.) Price: \$65 + Shipping (See	Item # RJB: Radio JOVE Receiver Includes a built and tested Radio JOVE Receiver, RJ Reference CD (RJC), Radio-SkyPipe, and Radio-Jupiter Pro software Licenses. Price: \$295 + Shipping (See below for shipping fees.)

below for shipping fees.)	
Item # RJC: Radio JOVE Reference CD This includes RJ manuals, Richard Flagg's book "Listening to Jupiter", and Education materials. Price: \$10 + \$6 Shipping	Item # CAL: RF2080 Calibrator/Filter  The RF-2080 C/F is a single temperature, calibrated, noise source designed for use with the Jove receiver and Radio-SkyPipe. The unit includes a 20.1 MHz bandpass filter which will reduce or eliminate interference to the Jove receiver caused by international broadcast stations. (12 vdc power supply included for North America; wire connector included otherwise) Price: \$100 + Shipping (See below for shipping fees.)
We Now accept payments via Paypal™.	

Tabela 1: Valores dos itens do projeto rádio JOVE. Fonte

: http://radiojove.org/kit/order_form.html

O Grande desafio deste pequeno projeto é tornar a radioastronomia acessível ao público brasileiro em geral, apresentando um radiotelescópio, para a captação de sinais de Júpiter e do Sol, de fácil montagem, de pequenas dimensões e principalmente de baixo custo.

Como este experimento é mais complexo, envolvendo várias etapas de montagem, foi deixada a descrição de montagem dele apenas no site: <http://www.astronomiapratica.com.br/>. Lá é possível obter todo o material e procedimentos para a montagem do rádio telescópio.

Apêndice E**Questionário aplicado na atividade prática que foi realizada**

Prof. Charles Lisboa Tenório de Magalhães

Data da aplicação: ____/____/____.

Questões relacionadas à disciplina de Física**1. Você gosta da disciplina de Física?**

() Sim.

Porquê? _____

() Não.

Por quê? _____

2. Você gosta de ver experimentos, jogos, vídeos e simulações nas aulas de Física?

() Sim () Não

3. O que você gostaria que o professor fizesse nas aulas de Física?

PERGUNTAS RELACIONADAS AO SITE**4. Você já tinha estudado astronomia antes?**

() SIM () NÃO

5. Você já tinha participado de um experimento para aprender algum conteúdo de Física ou de outra disciplina?

() SIM. Em qual disciplina? _____

() NÃO

6. Com relação ao uso de experimentos no ensino de astronomia, você considera algo

() Ótimo () Bom () Regular () Ruim

7. Você acha que o experimento ajudou você a entender melhor o conteúdo ministrado?

- () Sim, ajudou muito. () Sim, mas só ajudou um pouco.
() Não ajudou em nada. () Dificultou, eu preferia a aula sem o

experimento.

8. O experimento lhe deixou mais motivado para participar da aula?

- () SIM () NÃO.

Justifique:_____

9. O design do site é atraente?

- () SIM () NÃO.

Justifique:_____.

10. As instruções do site para montar o experimento são fáceis?

- () SIM () NÃO.

Justifique:_____.

11. O uso do experimento lhe fez ficar motivado para participar de outras aulas como esta de astronomia?

- () SIM () NÃO.

Justifique:_____.

12. Você se sente interessado para acessar o site novamente para fazer um outro experimento?

- () SIM () NÃO.

Justifique:_____.

13. Você acha que conseguiria fazer o experimento sozinho ou com os colegas, sem o auxílio de um professor?

- () SIM () NÃO.

Justifique:_____.

14. Caso deseje fazer algum comentário ou sugestão, escreva aqui:
