

A EVOLUÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA E O CONTEXTO HISTÓRICO-CIENTÍFICO

Ana Claudia Força; Everton Piza Perez; Maria Salete Vaceli Quintilio; Vagner Camarini Alves

RESUMO

A visão de um céu estrelado numa noite límpida tem fascinado a Humanidade desde os tempos pré-históricos. O homem começou a “fazer ciência” a partir do momento em que se perguntou o que eram as estrelas e porque estavam ali, desenhando a aparência do céu e tentando prever os fenômenos celestes. A partir do momento em que Galileu apontou sua luneta para céu, iniciou-se uma estreita relação entre a evolução dos instrumentos astronômicos, a tecnologia, a história e a ciência. Para isso, basta citarmos a grande revolução cósmica, iniciada por Nicolau Copérnico, que nos tirou da idade das trevas e nos guiou ao Renascimento. Usando uma luneta, Galileu deu suporte às idéias de Copérnico, culminando com a teoria da Gravitação Universal de Newton (Kaufmann 1994; Jatenco-Pereira *et al.* 2000). Atualmente, muitas pesquisas têm sido realizadas dentro da temática da melhoria do ensino de Ciências. No entanto, a História da Ciência ensinada nos ensinos fundamental e médio, e até no superior, apresenta problemas, como erros factuais e conceituais (Bastos 1998). Na área de Astronomia, por exemplo, não é raro folhear livros didáticos e encontrar dezenas de erros grosseiros. Outro problema é a falta de contextualização dos poucos textos disponíveis, que, em geral, não mostram a relação entre Ciência e Sociedade. Portanto, podemos seguir o caminho de evolução dos instrumentos de observação astronômica, ligando-a a produção de conhecimento científico, implementação da tecnologia e sua influência na História. No presente trabalho estuda-se a evolução desses instrumentos a partir do olho humano, considerado o mais importante dentre os instrumentos de observação visual. Esse trabalho se desenvolve a partir de uma análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), de como os textos didáticos trabalham a Óptica e a Astronomia e faz uma proposta didática para o ensino de Óptica fundamentado nos equipamentos da astronomia. A intenção é que a metodologia aqui proposta possa ser aplicada no Ensino Médio, dentro da realidade educacional das escolas públicas ou privadas de nosso estado e também do país.

INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de ciências naturais são bem específicos quanto aos temas que devem ser abordados pelos educadores no ensino de ciências. Dentre esses temas, encontramos uma série de tópicos sobre Astronomia. No entanto, os professores, principalmente de rede pública, não têm subsídios teóricos suficientes para abordagem adequada desses tópicos.

Assim, temos grande necessidade de suprir a falta de material de ensino e conhecimentos teóricos de astronomia para os ensinos fundamental e médio.

Esse trabalho, através da pesquisa na literatura escrita e na mídia eletrônica, tem o intuito de produzir um material que aborda uma parte relevante do ensino de Física, história e sua relação com a tecnologia.

OBJETIVOS: (a) Detalhar a evolução da observação astronômica. (b) Pesquisar os vários tipos de instrumentos astronômicos. (c) Contextualizar cada instrumento de observação no cenário histórico-cultural-científico. (d) Elaboração de material didático

DESENVOLVIMENTO

O impacto da astronomia nas sociedades tem início na pré-história com as primeiras idéias sobre o Universo e as observações dos movimentos aparentes do Sol, Lua e estrelas. A astronomia surge com a necessidade de se conhecer e entender o mundo em que vivemos e é fundamental para qualquer sociedade que esteja evoluindo. Isto não é sempre óbvio, pois a astronomia não é uma ferramenta para obter resultados imediatos.

Pesquisas realizadas para entendermos o universo leva a novos conhecimentos fundamentais, que serão a base dos desenvolvimentos tecnológicos do futuro. A tomografia, por exemplo, utilizada em hospitais de todo o mundo surgiu há cerca de 3 décadas graças às técnicas desenvolvidas pela radioastronomia; os satélites artificiais utilizados em comunicação e previsão do tempo foram idealizados e colocados em órbita com conhecimentos de mecânica celeste. Bem mais recentemente, a agência espacial europeia deu apoio a um projeto de conexão em banda larga de Internet via satélite nos trens de alta velocidade que ligam Paris a Bruxelas.

Os registros astronômicos mais antigos datam de aproximadamente 3000 a.C. e se devem aos chineses, babilônios, assírios e egípcios.

Naquela época, os astros eram estudados com objetivos práticos, como medir a passagem do tempo (fazer calendários) para prever a melhor época de plantio e colheita, ou com objetivos relacionados à astrologia.

A ASTRONOMIA NA MESOPOTÂMIA

Na Mesopotâmia surgiram e se desenvolveram vários povos a partir de mais ou menos 3500 a.C. Os sumérios foram os primeiros habitantes da região, e os primeiros a cultivar a astronomia. Eles são os criadores da astrologia. Eles observaram os astros por motivos místicos, entretanto acabaram por fazê-lo simplesmente pela própria observação. A introdução da matemática na astronomia foi o avanço fundamental na história da ciência na Mesopotâmia.

A ASTRONOMIA CHINESA

A Astronomia chinesa era essencialmente religiosa e astrológica. Os chineses podiam prever os eclipses, pois conheciam sua periodicidade. Usavam um calendário de 365 dias e deixaram registros de anotações precisas de cometas e meteoros desde 700 a.C.

ASTRONOMIA GREGA

O ápice da ciência antiga se deu na Grécia, de 600 a.C. à 400 a.C., com resultados só ultrapassados no século XVI. Surgiram os primeiros conceitos da Esfera Celeste, onde estavam fixadas as estrelas, e girava em torno de um eixo passando pela Terra.

OS PRINCIPAIS ASTRÔNOMOS DA GRÉCIA

Tales de Mileto (~ 624 – 546 a.C.)

Introduziu na Grécia os fundamentos da Geometria e Astronomia, trazidos do Egito. Já convencido da curvatura da Terra, sabia que a Lua era iluminada pelo Sol e previu o eclipse solar do ano 584 a.C.

Pitágoras de Samos (~ 572 – 497 a.C.)

Acreditava na esfericidade da Terra, da Lua e de outros corpos celestes. Foi o primeiro a chamar o céu de cosmos.

Aristóteles de Estagira (384 – 322 a.C.)

Explicou que as fases da Lua dependem de quanto da parte da face da Lua iluminada pelo Sol está voltada para Terra. Explicou, também, os eclipses; argumentou a favor da esfericidade da Terra, já que a sombra da Terra na Lua durante um eclipse lunar é sempre arredondada.

Hiparco de Nicéia (160 – 125 a.C.)

Considerado o maior astrônomo da era pré-cristã, construiu um observatório na ilha de Rodas, onde fez observações durante o período de 160 a 127 a.C. Compilou um catálogo com a posição no céu e a magnitude de 850 estrelas. A magnitude, que especifica o brilho da estrela, era dividida em seis categorias, de 1 a 6, sendo 1 a mais brilhante, e a 6 a mais fraca visível a olho nu. Hiparco também deduziu o valor correto de $8/3$ para a razão entre o tamanho da sombra da Terra e o tamanho da Lua e também que a Lua estava a 59 vezes o raio da Terra de distância (o valor correto é 60!). Ele determinou a duração do ano com uma margem de erro de apenas 6 minutos.

Aristarcos de Samos (310 – 230 a.C.)

Foi o primeiro a propor que a Terra se movia em volta do Sol, antecipando Copérnico em quase 2000 anos. Entre outras coisas, desenvolveu um método para determinar as distâncias relativas do Sol e da Lua à Terra.

Eratóstenes de Cirene (273 – 194 a.C.)

A mais importante de suas realizações foi medir as dimensões da Terra, sendo o primeiro a determinar seu diâmetro.

Ptolomeu (87 – 150 d.C.)

Foi o último astrônomo importante da antiguidade. Ele compilou uma série de treze volumes sobre astronomia, conhecida como *Almagesto*, que é a maior fonte de conhecimento sobre astronomia na Grécia. A contribuição mais importante de Ptolomeu foi uma representação geométrica do sistema solar, geocêntrica, com círculos e epiciclos, que permitia prever o movimento dos planetas com considerável precisão.

ASTRONOMIA NA AMÉRICA PRÉ-COLOMBIANA

A história da astronomia na América Pré-Colombiana ainda é pouco conhecida. Inúmeros artefatos do período entre 100 a.C. e 1000 d.C. indicam um grande desenvolvimento da astronomia entre os Astecas no México, os Maias na Guatemala e os Incas no Peru. A Lua, o Sol e Vênus eram cuidadosamente observados pelos Astecas e Maias. Esses povos possuíam um calendário baseado em observações astronômicas com o ano de 365 dias dividido em 18 meses e 20 dias, sendo que os cinco dias restantes eram considerados “dias de mau presságio”.

Os maias possuíam também um calendário lunar baseado nas fases da Lua, utilizando eclipses.

ASTRONOMIA NO BRASIL PRÉ-CABRALINO

A astronomia dos índios não é tão simplista quanto se poderia esperar.

Os índios Tembé, que habitavam a divisa do Pará com o Maranhão, já possuíam um sistema de constelações baseadas nos animais típicos da caça. A constelação da Anta, uma das mais importantes, é formada em sua maior parte por manchas claras e escuras da Via-Láctea; esta constelação só pode ser vista estando próximos à linha do Equador. Ela se localiza no lado Norte do céu, abaixo do Quadrado de Pégasus. Quando ela é observada no lado Norte do céu, indica que já estamos no período das chuvas.

Sabe-se também que o Cruzeiro do Sul era utilizado pelos índios para a orientação noturna.

A ASTRONOMIA NA IDADE MÉDIA

Nicolau Copérnico (1473 – 1543)

Introduz o sistema heliocêntrico, no qual a Terra, a Lua e os outros planetas giravam ao redor do Sol. A base deste novo pensamento veio, em parte, das escolas bizantinas. Manteve durante toda a

vida a idéia da perfeição do movimento circular, sem supor a existência de outra forma de movimento.

Tycho Brahe (1546 – 1601)

Em 1572, Tycho descobriu uma nova estrela na constelação de Cassiopéia. A estrela era tão brilhante que podia ser vista à luz do dia e durou 18 meses. Era o que hoje chamamos de Supernova. Foi o primeiro astrônomo a calibrar e checar a precisão de seus instrumentos periodicamente e corrigir as observações por refração atmosférica. Também foi o primeiro a instituir observações diárias, e não somente quando os astros estavam em configurações especiais, descobrindo anomalias nas órbitas até então desconhecidas.

Johannes Kepler (1571 – 1630)

Apoiava o sistema heliocêntrico de Copérnico. Descobriu as três leis que regem o movimento planetário. As duas primeiras foram resultados de árdua computação trigonométrica, na qual usou as observações de Marte, realizadas por Tycho Brahe. Em 1619 Kepler publicou *Harmonices Mundi*, em que as distâncias dos planetas ao Sol e seus períodos estão relacionados pela Terceira Lei, que diz que o quadrado do período é proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol.

Kepler também estudou as leis que governam a passagem da luz por lentes e sistemas de lentes, inclusive a magnificação e a redução da imagem, e como duas lentes convexas podem tornar objetos maiores e distintos, embora invertidos, que é o princípio do telescópio astronômico.

Galileu Galilei (1564 – 1642)

Em 1609, ele ouviu falar de um instrumento de olhar à distância que o holandês Hans Lipperhey havia construído, e mesmo sem nunca ter visto o aparelho, construiu sua primeira luneta em junho, com um aumento de 3 vezes. Galileu se deu conta da necessidade de fixar a luneta, para permitir que sua posição fosse registrada com exatidão. Até dezembro ele construiu várias outras, a mais potente com um aumento de 30 vezes, e fez uma série de observações da Lua, descobrindo que esta tem montanhas. De 7 a 15 de janeiro de 1610, descobre os quatro satélites maiores de Júpiter e sua revolução livre em torno do planeta. Descobriu também as principais estrelas dos aglomerados das Plêiades e das Híades e a primeira indicação dos anéis de Saturno e as manchas Solares. Além disso, observou que Vênus tinha fases como a Lua.

A ASTRONOMIA MODERNA

Conforme a tecnologia e capacidade exploratória humana evoluíram, ocorreram muitas surpresas e as descobertas foram sendo feitas cada vez mais rapidamente, multiplicando de forma extraordinária os conhecimentos astronômicos.

Isaac Newton (1643 – 1727)

Considerado o verdadeiro fundador da astronomia moderna, desenvolveu o telescópio refletor, mais tarde chamado de newtoniano. Com Newton e sua teoria da Gravitação Universal, surge a Mecânica Celeste, e através de suas teorias foram explicadas as irregularidades do movimento da Lua e a precessão dos equinócios.

Os trabalhos astronômicos de Newton são apenas comparáveis aos de Gauss, que contribui para astronomia com a teoria da determinação de órbitas, com trabalhos importantes de mecânica celeste, de geodésica avançada e a criação do método dos quadrados.

INSTRUMENTOS ANTIGOS DE ASTRONOMIA

Certamente os primeiros instrumentos astronômicos usados pelo homem foram o olho e o cérebro humano. Foi com eles que os antigos astrônomos conseguiram observar e procurar entender o mundo em que viviam.

Quando se começou a exigir maior precisão quanto ao posicionamento dos astros, é que novos instrumentos começaram a ser elaborados e usados para estudar os astros.

Ainda assim, eram instrumentos sem veículos ópticos e, portanto, as observações ainda eram a olho nu. E assim foi até o início do século XVII com o aparecimento da luneta.

Gnômon

O gnômon deve ter sido o mais antigo instrumento astronômico construído pelo homem. Em sua forma mais simples consistia apenas de uma vareta fincada, geralmente na vertical, no chão. A observação da sombra dessa vara, provocada pelos raios solares, permitia materializar a posição do Sol no céu ao longo do tempo.

Astrolábio

Na sua forma mais simples, o astrolábio era um disco circular, graduado em sua borda em unidades angulares, e uma régua linear que vinculada ao disco podia pivotar em torno de um eixo passando pelo centro do disco. Alcançava-se o astrolábio pela sua parte superior, geralmente no dedo do observador, e apontava-se a régua ao astro desejado, lendo-se a graduação correspondente à altura do astro.

Sextante

O sextante pode ser considerado o sucessor do astrolábio. Consta de um setor circular de 60°, graduado em sua borda, e com uma régua linear pivoteante em torno de um eixo passando pelo vértice central do setor circular. Direcionava-se a régua em direção ao astro e fazia-se a leitura da graduação do setor, obtendo-se a altura ou a distância zenital do astro.

Quadrante Mural

Foi o primeiro instrumento astronômico a ser introduzido na navegação. O quadrante mural não é nada mais que um sextante com um setor circular de 90° em vez dos 60° do sextante, mas o quadrante mural foi concebido para ser fixo em um local. Com a régua lia-se a altura do astro. Sendo instrumentos fixos, puderam ter suas dimensões bastante ampliadas, tornando-se um dos instrumentos mais precisos da astronomia antiga.

Podemos dizer que os navegadores foram capazes de pesquisar, nas informações e conhecimentos dos antigos astrônomos, os elementos mais convenientes para a solução dos seus problemas de navegação. De uma forma prática, juntando o entusiasmo à necessidade, a coragem à força de vontade, souberam utilizar, para seu benefício, o conhecimento sempre presente das estrelas. E isso permitiu-lhes abrir, para as gerações futuras, as grandes estradas de comunicação dos oceanos.

INSTRUMENTOS ASTRONÔMICOS MODERNOS

Até 1609 todas as observações astronômicas eram feitas a olho nu. Foi nesse ano que Galileu Galilei, tendo ouvido falar sobre um instrumento capaz de aproximar as imagens, construiu uma luneta, e pela primeira vez, o homem pode ver o céu de mais perto.

Binóculos

Depois da observação a olho nu, a evolução natural para um astrônomo amador é a aquisição de uns binóculos. Os binóculos devem ter uma determinada relação entre o diâmetro da lente de seu aumento. Quanto maior o número desta relação, mais luz entrará nos olhos, portanto um número maior de objetos poderão ser observados.

Luneta ou Telescópio Refrator

A luneta foi descoberta na Holanda e usada por Galileu para observar o céu. É composta basicamente de um tubo, sendo que em uma das extremidades há uma lente convergente, a objetiva, que coleta a luz, e na outra, a lente ocular, que serve para ampliar a imagem.

O diâmetro da objetiva chama-se abertura da luneta. O foco da objetiva é o ponto para onde convergem os raios luminosos, e a distância até a objetiva é chamada de distância focal. A razão entre as distâncias focais da objetiva e da ocular definem o aumento da luneta.

Vantagens de um telescópio refrator

- Os telescópios refratores são robustos. Depois do alinhamento inicial, é mais resistente ao desalinhamento do que os telescópios refletores.
- A superfície de vidro dentro do tubo está selada, de modo que raramente precisa de limpeza.
- Uma vez que o tubo é isolado, os efeitos de variações de temperatura são eliminados. Isto significa que as imagens são mais estáveis.

Desvantagens de um telescópio refrator

- Todos os telescópios refratores sofrem de um efeito chamado aberração cromática (distorção ou desvio da cor).
- A luz ultravioleta não passa de modo algum através das lentes.
- À medida em que a espessura da lente aumenta, a luz que a atravessa diminui.
- É difícil fazer uma lente de vidro sem imperfeições e com uma curvatura perfeita em ambos os lados da lente (a fim de evitar a aberração esférica).

Telescópio Refletor

No início do século XVII, Newton propôs substituir a lente coletora por um espelho côncavo, que faria o mesmo trabalho: coletar a luz proveniente dos astros e focalizá-la num ponto para poder ser observada pela ocular. Assim nasceu o telescópio refletor, baseado em espelhos e não mais em lentes. Com o barateamento do custo da parte óptica, grandes telescópios refletores puderam ser construídos.

Atualmente ao invés de se fazer um único grande espelho côncavo, constrói-se diversos espelhos menores e então eles são agrupados lado a lado (como um ladrilho no chão) e orientados por um computador como se fossem um único espelho enorme. Os telescópio com essas características recebem o nome de multi-espelhos.

Vantagens de um telescópio refletor

- Não sofre aberração cromática porque todos os comprimentos de onda serão refletidos pelo espelho do mesmo modo.
- Os telescópios refletores são mais baratos de fazer do que os refratores do mesmo tamanho.
- Como a luz é refletida para a objetiva, em vez de passar através dela, somente um lado da objetiva precisa ser perfeito.

Desvantagens de um telescópio refletor

- É fácil colocar a óptica fora de alinhamento.
- O tubo do telescópio refletor é aberto para o lado de fora e a óptica precisa de freqüente limpeza.
- Um espelho secundário freqüentemente é usado para redirecionar um ponto de visão mais conveniente.

Radiotelescópios

O olho humano só é capaz de perceber radiações que correspondem à faixa visível do espectro eletromagnético, que engloba as 'cores', os raios-X, o ultravioleta, o infravermelho e as ondas de rádio.

Muitos astros emitem parte de sua energia em forma de ondas de rádio. Para estudar melhor tais astros, foram concebidos e construídos os radiotelescópios, que conseguem detectar as ondas nesta faixa do espectro eletromagnético.

Devido às características das ondas de rádio, os radiotelescópios costumam ter antenas coletoras de vários metros de diâmetro, chegando até a algumas centenas de metros.

Os radiotelescópios são os responsáveis pelos estudos de pulsares, quasares, regiões nebulosas ricas em hidrogênio, etc..

Telescópios Espaciais

Um dos grandes empecilhos para a melhoria nas imagens obtidas por telescópios baseados em solo terrestre é a atmosfera da Terra. Para eliminar estas influências sobre as observações, optou-se por instalar telescópios em satélites artificiais e pô-los em órbita da Terra, numa altura em que a atmosfera terrestre é quase inexistente, surgindo assim a Astronomia Espacial.

Isentos da interferência da atmosfera terrestre, os telescópios espaciais puderam observar os astros de uma forma totalmente impossível antes do advento da tecnologia espacial. Astros que emitem luz numa região do espectro que era totalmente absorvida pela nossa atmosfera, puderam ser observados e estudados a partir do espaço.

Telescópio Espacial Hubble

Começou a ser planejado em 1977, mas só foi construído em 1985, num projeto de cooperação internacional entre a ESA (da União Européia) e a NASA (dos Estados Unidos). Seu nome é em homenagem ao astrônomo norte-americano Edwin Hubble que, entre outras contribuições à ciência, descobriu a existência de novas galáxias e provou que o universo está em constante expansão. Devido a alguns problemas, seu lançamento só ocorreu em 24 de abril de 1990.

Apresentando problemas desde o início, ele necessitou de reparos, que ocorreram em órbita, em 1993. Um fato interessante é que esses consertos aconteceram também sob a forma de softwares corretores, desenvolvidos por uma equipe onde trabalhava um brasileiro, Dr. Ivo Busko, do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

A habilidade de observar as galáxias jovens com clareza de imagens e perguntar como elas foram formadas e mudaram com o passar do tempo, é sem dúvida uma das mais importantes contribuições do Hubble. O Hubble se tornou um instrumento básico na Astronomia Moderna. Duas visitas do Ônibus Espacial já estão programadas, para algumas atualizações e reparos sejam feitos. E como tudo termina um dia, o final da missão Hubble está previsto para o ano de 2010.

O Telescópio Espacial Hubble é, provavelmente, o projeto científico mais bem-sucedido do mundo. Durante esses 15 anos de funcionamento, sua tecnologia permitiu captar imagens de alta qualidade, tornando-o um instrumento único em sua categoria.

Telescópio SOAR

Inaugurado em abril de 2004, o telescópio SOAR (Southern Astrophysical Research Telescope) representa um grande avanço para as pesquisas nacionais na área da astronomia. O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), por meio do CNPq, financiou maior parte da cota nacional do telescópio, que deve fornecer imagens na faixa do infravermelho melhores que as captadas pelo telescópio espacial Hubble.

O equipamento foi construído no Chile por um consórcio formado por instituições americanas e brasileiras. Foram gastos mais de seis anos de trabalhos e mais de 30 milhões de dólares. A parte científica dos trabalhos é coordenada pelo Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), que seleciona as pesquisas a serem desenvolvidas durante o tempo que o país tem direito. Segundo o Dr. Albert Bruch, "Há 30 anos o Brasil tinha meia dúzia de doutores em astronomia, número que saltou para

300 hoje. A comunidade científica nacional, a partir de agora, conta com um equipamento que pode levá-la para a fronteira da ciência em astronomia”.

Projeto Gemini

O Observatório Gemini consiste em 2 telescópios óptico/infravermelho de 8 metros: um no hemisfério Norte, em Mauna Kea, no Havaí e o Gemini Sul em Cerro Tololo, no Chile. Juntos podem acessar o céu em sua totalidade. Foram construído através de um consórcio de 7 países, incluindo o Brasil. Os telescópios Gemini foram projetados com tecnologia de ponta e controles térmicos que possibilitam uma grande variedade de observações em óptico e infravermelho.

As naves espaciais Voyager

No ano de 1977 foram lançadas duas naves ao espaço, com o intuito de estudar os planetas Júpiter e Saturno. A essa missão deu-se o nome Missão Interplanetária *Voyager*. Originalmente, o projeto da Missão *Voyager* era fazer um "Grand Tour" por Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão, uma vez que estes se encontravam em uma disposição tal que seria possível enviar as naves para estes cinco planetas.

Atualmente, ainda que silenciosas, as *Voyagers* estão realizando a sua última missão: levar um disco contendo mensagens da Terra para os confins da Via Láctea. Este disco, de cobre folheado a ouro, possui gravadas 115 imagens, saudações em 55 idiomas, sons de trovões, pássaros, músicas, etc. No disco há instruções de como tocar o disco, bem como a localização da Terra em relação a 14 pulsares. Em 2005 a *Voyager 2* ultrapassou as fronteiras do Sistema Solar, adentrando numa região nunca antes visitada por qualquer artefato humano.

CONCLUSÃO

A contextualização e os fatos históricos da evolução dos instrumentos de observação astronômica podem propiciar um melhor conhecimento e compreensão da Física envolvida.

O instrumento de observação astronômico encontra-se no centro de uma rede complexa de idéias e de práticas, e são os seus usos que definem a sua especificidade.

Assim, podemos afirmar que:

1. O instrumento permite *medir*, quer dizer suprir o caráter qualitativo do testemunho dos nossos sentidos. Ele introduz para a grandeza Física uma referência objetiva que permite a comparação e a quantificação.

2. O instrumento permite *augmentar a potência dos nossos sentidos* e revelar os fenômenos que não poderíamos apreender por nós próprios.

Efetuamos nesta pesquisa a ligação histórico-científica, utilizando os conhecimentos científicos advindos da observação e análise de dados astronômicos e, assim, entendendo os principais conceitos físicos envolvidos.

Em suma, além de educar e ajudar o desenvolvimento da astronomia, a história da observação astronômica alimenta nossa curiosidade e nos ajuda a desvendar o Universo em que vivemos.

PERSPECTIVAS

O trabalho foi finalizado com a produção de uma cartilha, disponibilizada em CD, onde além do texto, foram inseridas inúmeras figuras ilustrativas. O material foi dividido em dois blocos, o primeiro trata da Astronomia Antiga e Idade Média e, o segundo bloco, Astronomia Moderna, onde sugerimos um método de abordagem dos tópicos a serem trabalhados.

No futuro, esperamos complementar o trabalho aqui exposto aplicando o método em algumas salas de aula a fim de pesquisar sua relevância. Outra proposta consiste em formular um projeto

interdisciplinar, juntamente com um professor de história, que irá situar cada tópico apresentado numa linha de tempo da história mundial. Ambos os projetos serão iniciados em 2007.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Bastos, F., "Questões Atuais no Ensino de Ciências", R. Nardi - Org., São Paulo: Escrituras Editora , 1998.

Boczko, R., "Conceitos de Astronomia", Ed. Edgard Blucher, 1984.

Braz Junior, D. Tópicos de Física Moderna. Campinas: Editora Companhia da Escola, 2002, 1a ed.

<http://voyager.jpl.nasa.gov/>

<http://www.brchacon.hpg.ig.com.br/>

<http://www.fis.unb.br/cgrad/cg/astr.htm>

<http://www.iag.usp.br>

<http://www.jpl.nasa.gov/index.cfm>

<http://www.on.br/>

http://www.soartelescope.org/release/00home/eng_home.php

<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>

Jatenco Pereira, V. *et al.*, "Astronomia: uma visão geral do Universo", Edusp, São Paulo, 2000.

Kaufmann III, W. J. "Universe", Ed. W.H. Freeman and Company; 4th Ed. 1994.

Oliveira Filho, K.S. e Saraiva, M.F.O, "Fundamentos de Astronomia e Astrofísica", <http://www.if.ufrgs.br/~kepler/fis207>, kepler@if.ufrgs.br , 1998.

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física.

REVISTA CIÊNCIA HOJE. Rio de Janeiro: SBPC.

REVISTA SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL. São Paulo: Ed. Ediouro, Segmento-Duetto Editorial Ltda.

Ronan, C.A. "História Ilustrada da Ciência". Universidade de Cambridge. 4 volumes. 1987.

Sagan, Carl. "Cosmos". Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1983, 4ª ed.