



F 896 – MONOGRAFIA
2º Semestre 2009

REVISÃO SOBRE ARTIGOS RELACIONADOS À ASTRONOMIA NOS PRINCIPAIS PERIÓDICOS DE ENSINO DE FÍSICA/CIÊNCIAS

Danilo José de Lima
(djlima_fisica@yahoo.com.br)

Orientadora: Prof. Dra. Maria José P. M. de Almeida
(mjpma@unicamp.br)

Coordenador da disciplina: Prof. Dr. Sílvio Vitiello
(vitiello@ifi.unicamp.br)

Sumário

Resumo	3
Introdução	4
Metodologia	6
Resultados	7
Educação não-formal	12
História da Ciência.....	22
Experimental	26
Erros Conceituais	29
Comentários Finais	35
Bibliografia	37

Resumo

Apresentamos uma revisão bibliográfica sobre o ensino de astronomia nos principais periódicos nacionais de ensino de ciências e física. Dez artigos, num período de dez anos (de 2000 a 2009) foram encontrados sendo cada um deles brevemente comentado com relação ao assunto abordado, interesses dos autores e para quem é dirigido.

Os artigos encontrados tratam, em sua maioria, de ensino extraclasse, tais como museus de ciências, planetário e mini-curso. Outros tratam de erros conceituais normalmente encontrados em livros didáticos de ciências, história das ciências e metodologia experimental para aplicar conceitos da física/matemática em ensino de física.

Introdução

A astronomia é considerada como a ciência mais antiga e existem poucos registros de sociedades que não a tenham praticado (Dias, 2007, p.325). As estações do ano foram consideradas através da observação do movimento cíclico do Sol e das constelações, as fases da Lua influenciaram e ainda influenciam as sociedades, festas de solstício como o Natal e São João e festas de equinócio como a Páscoa são resquícios de uma sociedade agrária onde o ritmo de colheita é determinado pelo ciclo anual do Sol (Dias, 2007, p.325).

Aspectos referentes à astronomia não têm sido abordados por apenas uma área. Ela tem sido tratada pelas ciências da terra (geologia, geofísica, geoquímica), física (gravitação, termodinâmica, mecânica), química (termodinâmica, análise química) entre outras, tendo implicações sociais e históricas.

Por outro lado, ela é pouco abordada no ensino médio e quase que sempre é reservada ao fundamental (Colombo, 2009, p.26), apesar da astronomia estar ligada ao nosso cotidiano – seja nas estações do ano ou na determinação do calendário – e dos alunos demonstrarem interesses para o assunto. Isso nos motivou a iniciar uma pesquisa sobre o que tem sido publicado sobre o assunto, visto que por ser uma ciência tão antiga e ter trazido tantas conseqüências e descobertas para a ciência moderna ela se mostrou uma grande aliada para o desenvolvimento da sociedade moderna.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) quando tratam do ensino de astronomia no Ensino médio, em geral mencionam que se deve levá-la em consideração, tratando-a, assim como a geologia, como “ciências a fim”.

Como estamos concluindo o curso de licenciatura em Física e esta é uma disciplina que faz parte do currículo do ensino médio, decidimos realizar uma revisão bibliográfica em revistas de ensino de física e ciência, tendo em vista a escassez com que o tema é abordado no ensino médio, com respeito ao que tem sido publicado.

Metodologia

Para realizarmos nossa revisão bibliográfica, foram escolhidos os principais periódicos nacionais de ensino de ciências e física. A saber:

- Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF)
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física (UFSC)
- Investigações em Ensino de Ciência (UFRGS)
- Ciência & Educação (UNESP – Bauru)
- Ensaio (UFMG)
- Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC)

Devido à possibilidade da existência de uma quantidade muito grande de material, decidimos analisar artigos dos números publicados a partir do ano 2000, além do fato de ser de maior interesse analisarmos as publicações mais recentes. Como palavra-chave, selecionamos quatro: “astronomia”, “sistema solar”, “gravitação” e “Leis de Kepler” selecionando os artigos que as citassem no título ou resumo. Os artigos encontrados com essas palavras foram lidos tendo se em mente que queremos verificar o que tem sido publicado sobre ensino de astronomia.

Resultados

Nossa revisão resultou em uma dezena de artigos, distribuídos para cada revista conforme tabela I. Os assuntos abordados foram bastante diversificados, nem todos eles sendo diretamente relacionados com o ensino de astronomia, mas a ela sempre se referindo.

Assim, para facilitar a análise do que foi encontrado, dividimos os artigos em quatro grupos:

- Educação não-formal;
- História da Ciência;
- Experimental;
- Erros Conceituais.

Não existe um consenso entre pesquisadores de ciências sobre o termo “educação não-formal” (Elias, 2007), assim neste trabalho utilizamos a conceituação de Elias (2007, p.4):

Tabela I – Número de artigos encontrados por revista

Revista	Número de artigos encontrados
Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF)	2
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (UFSC)	4
Investigações em Ensino de Ciência (UFRGS)	1
Ciência & Educação (UNESP – Bauru)	0
Ensaio (UFMG)	0
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC)	3

(...) cabe ressaltar que este termo (educação não formal) será utilizado neste trabalho para representar um amplo conjunto de atividades extra-classe que possuem metodologias flexíveis, nas quais a aprendizagem ocorra de maneira interativa, fazendo com que o aluno participe do processo de construção de seu conhecimento, sendo exemplos de as visitas a teatros, Planetários, museus e feiras de ciências, cinema, enfim, um conjunto de atividades que possibilitem a divulgação científica, envolvendo o uso de conferências, revistas, jornais, exposições, entre outros.

Tabela II – Distribuição de assuntos por artigo e revista

Assunto	Revistas	Artigos relacionados
Educação não formal	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências [ABRAPEC]	Criação de um espaço de aprendizagem significativa no planetário do parque Ibirapuera, <i>Elias, 2007</i> . Construindo saberes da mediação na educação em museus de ciências: o caso dos mediadores do museu de Astronomia e Ciências Afins/Brasil, <i>Queiroz, 2002</i> . Atuando na sala de aula após a reflexão sobre uma oficina de astronomia, <i>Pinto, 2006</i> .
	Caderno Brasileiro de Ensino de Física [UFSC]	Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de astronomia nas séries iniciais, <i>Pinto, 2007</i> .
	Investigações em Ensino de Ciências [UFRGS]	Educação em centros de ciências: visitas escolares ao observatório astronômico do CCDCC/USP, <i>Colombo, 2009</i> .
História da ciência	Caderno Brasileiro de Ensino de Física [UFSC]	Gelileo e a defesa da cosmologia copernicana: a sua visão do universo, <i>Penereiro 2009</i> .
Experimental	Caderno Brasileiro de Ensino de Física [UFSC]	Metodologias para o ensino de astronomia e física através da construção de telescópios, <i>Bernardes 2008</i> .
	Revista Brasileira de Ensino de Física, [SBF]	Transformação de coordenadas aplicada à construção de maquete tridimensional de uma constelação, <i>Silva, 2008</i> .
Erros conceituais	Caderno Brasileiro de Ensino de Física [UFSC]	Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências, <i>Langhi, 2007</i> ,
	Revista Brasileira de Ensino de Física, [SBF]	Por que a distância Terra-Sol não explica as estações do ano? <i>Dias, 2007</i> .

Tabela III – Número de artigos encontrados por ano por revista

Revista	Ano	2002	2006	2007	2008	2009
Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF)		–	–	1	1	–
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (UFSC)		–	–	2	1	1
Investigações em Ensino de Ciência (UFRGS)		–	–	–	–	1
Ciência & Educação (UNESP – Bauru)		–	–	–	–	–
Ensaio (UFMG)		–	–	–	–	–
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC)		1	1	1	–	–
TOTAL		1	1	4	2	2

O único artigo relacionado à história da ciência foi assim classificado por discutir, como assunto principal, a evolução do pensamento científico, tendo como objetivo utilizar esta discussão para subsidiar o professor no ensino de ciências que pode ser indagado pelos alunos pelas mesmas questões que muitos cientistas tiveram que responder (Penereiro, 2009). Tais questões nem sempre são triviais e o assunto abordado neste artigo está discutido com mais detalhe a seguir.

Tabela IV – Número de artigos encontrados por assunto

Ano	2002	2006	2007	2008	2009
Assunto					
Educação não formal	1	1	2	–	–
História da Ciência	–	–	–	–	1
Experimental	–	–	–	2	–
Erros conceituais	–	–	2	–	–
TOTAL	1	1	4	2	2

Os artigos que visam à construção de experimentos em sala de aula com alunos de Licenciatura ou Ensino Médio, apesar de terem a intenção de apresentar em eventos extra-classe, foram classificados como experimentais, por considerar que o foco do trabalho é a construção do equipamento ou maquete proposto e não o comportamento do público que assistiu às exposições. Os dois artigos que estão nesse grupo foram os únicos que especificaram claro que o foco era o ensino superior e o ensino médio, sendo os artigos claramente.

O último grupo, que trata de erros conceituais, foi o mais fácil de classificar: os dois artigos que tratam do assunto deixam claro isso. Langhi (2007) deixa explícito no título do artigo e Dias (2007) sugere uma forma alternativa de explicar porque as estações do ano não podem ser explicadas pela variação da distância Terra-Sol.

A tabela II mostra a distribuição dos assuntos por revista.

Notamos também que há uma tendência por publicações referentes ao assunto nos últimos anos. A tabela III mostra o número de artigos encontrados publicados por revista em determinado ano sendo todos os artigos encontrados publicados nos últimos cinco anos, havendo um maior número nos últimos três anos. A tabela IV fornece o assunto dos artigos pelo ano publicado

Educação não-formal

A escola e professores, por vezes, tratam os alunos como meros receptores de informação (Elias, 2007 e Pinto, 2006) e trabalham a ciência como se fosse “pronta e acabada”, servindo para Elias (2007) justificar a procura por espaços alternativos para a divulgação do conhecimento científico e apresenta os resultados de uma pesquisa-intervenção realizada no parque Ibirapuera em um planetário, cujo objetivo é a implantação de um espaço que visa à aprendizagem de temas relacionados à astronomia, astrofísica e cosmologia e busca a valorização de ambientes não formais de aprendizagem.

Apoiado em alguns aspectos da teoria sócio interacionista de Vygotsky e da teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, o autor procura distribuir espacialmente os objetos e experimentos ao redor do planetário segundo os mapas conceituais de Ausubel e procura estimular a interação entre os alunos, visto que Vygotsky “ênfatiza que a interação entre alunos influencia no desenvolvimento intelectual do indivíduo, uma vez que cada ser é o fruto do meio cultural no qual está inserido e, sendo assim, a interação promove a troca de conhecimentos e propicia a aprendizagem” (Elias, 2007, p.6).

Ainda em Elias (2007), encontramos uma descrição sobre o curso trabalhado no planetário do parque Ibirapuera, onde destaca-se o Museu e a EMA (Escola Municipal de Astrofísica), que são elementos da distribuição física citada acima, seguindo os mapas conceituais: inicia-se o curso de forma ampla com diversas exposições em assuntos bastante diversos, seguindo para a exposição no planetário, depois para a seção do planetário e exposições na EMA, onde são apresentadas opções para os visitantes para aprofundarem seus conhecimentos em cursos, oficinas, biblioteca e plantão.

Queiroz (2002) tem como objeto de estudo a formação dos mediadores de ciências que atuam em museus, destacando que “o papel dos museus de ciências vem emergindo de forma marcante no movimento de alfabetização científica dos cidadãos” (Queiroz, 2007, p.1). Também se mostra favorável à criação de instâncias educativas não formais e destaca a participação dos visitantes em processos interativos nos museus em apresentações, o que tem motivado museus de outras temáticas terem a mesma atitude.

A importância da presença de mediadores para acompanhar os visitantes nos museus, mesmo quando é dada autonomia aos mesmos de poderem interagir com o que lhe é apresentado, é destaque para Queiroz (2002) que estuda a forma de mediação adotada por duas alunas de iniciação científica com bolsa do CNPq no Museu de Astronomia e Ciências Afins, apresentando e analisando seu discurso e discorrendo sobre a participação do público, encontrando falhas nas argumentações das bolsistas, além de confusões e mistura de assuntos diferentes.

O resultado da observação contribui para justificar a importância da formação dos mediadores, uma vez que, no caso estudado, uma das alunas encontrava-se no sexto período do Curso de Pedagogia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro e a outra no quinto período do Curso de Geografia da Universidade Federal Fluminense, isto é, seus cursos não as preparam para atuarem como mediadoras de museus de ciência.

Talvez devido à formação do curso das estagiárias, alguns erros sejam justificáveis, como o exemplo dado pela aluna de Geografia, que apresenta frustração quando o resultado esperado não é alcançado ao fazer uma analogia da segunda lei de Kepler com a areia que escoar em uma ampulheta. Esse erro é justificável, porém não aceitável no sentido de formação de mediadores, o que possivelmente tenha contribuído para Queiroz (2002) defender uma formação apropriada para os mediadores.

Pinto (2006) tem como objeto de estudo a mudança da forma de atuação de professores que participaram de uma oficina de astronomia. As oficinas, num total de sete, foram realizadas em diferentes municípios do Estado do Rio de Janeiro, no ano de 2004, apresentando um artigo que “identifica a reflexão de professores que participaram de uma oficina de Astronomia, de curta duração, baseada na metodologia da Ação-Reflexão-Ação proposta por Donald Schön (1992)” (Pinto, 2006, p.1, citando Schön: **Formar professores como profissionais reflexivos**).

Segundo Pinto (2006), a formação dos professores não termina quando encerra seu curso superior, pois sua formação não é capaz de satisfazer todas

as necessidades de sua profissão. Assim faz-se necessário que eles continuem suas formações enquanto professores aprendendo sobre como seus alunos aprendem e refletindo como podem atuar em sala de aula ajudando a melhorar a qualidade do ensino. Também afirma que vários autores pensaram sobre o assunto da formação continuada dos professores, sendo propostas várias justificativas. Dentre elas, o autor destaca que por décadas um modelo racionalista justificava a formação continuada por três razões (Pinto, 2006, p2):

“(...) a primeira resulta da necessidade de um aprimoramento profissional contínuo; a segunda, da necessidade de aproximá-lo das pesquisas e torná-lo um pesquisador; a terceira seria a necessidade de mudar a visão dos professores em relação à carreira docente, ainda reforçada pelo modelo baseado na racionalidade técnica, (...) concebendo o exercício do professor como atividade instrumental”.

Esse modelo tem sido criticado, dentre suas críticas temos (Pinto, 2006, p.2):

“(...) primeiro porque defende a aplicação do conhecimento científico em detrimento da análise prática, (...) segundo por que na prática não nos defrontamos com problemas genéricos, mas com situações específicas, que não podem ser solucionadas através da técnica, sempre consideradas universal e passível de generalização”.

Destaca o autor, que o intuito não é condenar a prática acima citada e criticada, mas ressaltar que nem sempre problemas encontrados são passíveis de serem resolvidos usando critérios técnicos já conhecidos. Ressalta também que ainda existem professores, mesmo depois de haver várias tendências influenciando o modelo educacional, “que enfatizam essa prática, baseada na transmissão do conhecimento, que admite um aluno passivo, sem capacidade crítica” (Pinto, 2006, p.2). Constata também diferenças entre os ideais dos professores e suas práticas em sala de aula.

Pinto (2006) afirma que a prática de formação continuada tem contribuído para uma melhora significativa da qualidade do ensino e complementa, assim como outros autores a serem discutidos abaixo, que os professores de ciências apesar de ensinarem astronomia para seus alunos, em geral seu curso de formação profissional não oferece nenhuma base a respeito do assunto. Além disso, Pinto (2006) também comenta a respeito de uma pesquisa realizada pelo MEC (Ministério da Educação) que comprova a existência de erros em livros didáticos, não somente em Astronomia, mas em outras áreas do ensino.

A escolha pela oficina realizada pelo MAST (Museu de Astronomia e Ciências Afins), intitulada Observando o Céu/Compreendendo a Terra, feita ainda em Pinto (2006), deveu-se ao fato dela estimular a reflexão da ação do professor em sala de aula, sobre seus conhecimentos e seu comportamento diante de uma situação-problema além dos participantes serem professores do ensino fundamental.

Diversas oficinas haviam sido realizadas e os professores participantes saíam delas com uma necessidade de mudança. Os autores procuraram verificar de que forma essa necessidade de mudança influenciou os docentes gerando “uma real mudança de comportamento docente, seja conceitual, na prática pedagógica, na postura didática ou no questionamento da veracidade das fontes de informação (Pinto, 2006, p.5)”.

Voltado para professores exclusivamente do ensino fundamental, seu trabalho tem como objetivo (Pinto, 2006, p.4):

“Identificar mudanças significativas na sua (professor) forma de atuar levando em consideração vários aspectos, como a busca de fontes de informações adicionais para preparar aula, o método utilizado para abordar o assunto, estratégias para motivar os alunos e a forma de avaliação, entre outros”.

Durante as oficinas, foram utilizados questionários antes de iniciarem o curso e após o término da oficina. Além disso, realizaram entrevistas com alguns professores na escola em que lecionam e assistiram às aulas desses professores.

Em Pinto (2007) relata-se sobre um curso de curta duração (duração de três horas) de astronomia para professores do ensino fundamental de várias cidades do estado do Rio de Janeiro com um total de 108 professores.

O curso se inicia com um questionário constituído de cinco questões com o intuito de procurar saber qual o nível de conhecimento dos professores. Essas

questões eram respondidas individualmente no início do curso, sendo depois dado um tempo para os professores discutirem e chegarem a uma conclusão em grupo.

Novamente, neste artigo são encontradas concepções não científicas dos professores, dentre essas estão: associar a gravidade da Terra à presença do ar, bem como a baixa gravidade da Lua devido à ausência de ar; referencial absoluto que diferencia o lado de cima e o lado de baixo, isto é, quando os professores desenhavam nosso planeta, também colocavam as pessoas todas direcionadas para uma mesma direção vista de um observador olhando o desenho; explicação incorreta das estações do ano devido à variação da distância entre Terra e Sol.

Depois de respondidas as questões (transcritas abaixo), realizavam um debate onde o realizador do curso trabalhava apenas como mediador, questionando os professores para verificar se a explicação que haviam dado era suficiente para explicar satisfatoriamente alguns eventos.

As questões utilizadas foram:

- 1) Desenhe o nosso planeta.
- 2) Cite algumas evidências de que a Terra é redonda
- 3) Desenhe quatro pessoas na Terra, uma em cada pólo, uma a leste e uma a oeste na direção da linha do Equador. (utilize o desenho feito no item 1).

- 4) Quantos movimentos da Terra você conhece¹ ? Fale um pouco sobre cada um deles.
- 5) Tente explicar, de preferência através de desenhos, como acontecem as estações do ano.

No artigo pode-se encontrar uma discussão detalhada de cada uma das questões bem como as respostas dadas pelos professores. Durante as apresentações, as questões realizadas aos professores eram baseadas em questões que foram feitas para ou por pessoas que ajudaram a construir os alicerces da ciência atual, dentre elas cita-se a experiência proposta por Eratóstenes onde compara as sombras de uma haste em diferentes cidades num mesmo horário.

O trabalho de Colombo (2009), realizado no Observatório Astronômico de Divulgação Científica (CDCC) da Universidade de São Paulo (USP), foi baseado nos resultados da atividade “Visita orientada a Grupos Escolares”. Apresenta uma tendência favorável a criação de museus e de centros de ciências afirmando que desde a década de 80 houve um grande incentivo para criação de centros de ciências e museus com grande aceitação por parte do público (Colombo, 2009, p.25).

Segundo Colombo (2009) o ensino de astronomia é quase sempre destinado às primeiras séries do ensino fundamental, o que faz com que os

¹ Segundo Langhi (2007), este trecho apresenta um erro conceitual, pois a Terra apresenta um único movimento, sendo decomposto em muitos outros (num total de mais de 100 – veja discussão feita quando tratado do assunto Erros Conceituais) e os apresentados aqui são apenas o de Rotação e de Translação.

alunos despertem grande interesse pela sua aprendizagem, porém essa aprendizagem não é trivial. Sobre a aprendizagem de astronomia, Colombo afirma que os alunos apresentam dificuldades em se imaginar vivendo em um planeta esférico, apesar de aceitarem que a Terra é “redonda”. Também apresentam dificuldades de reconhecer as distâncias astronômicas envolvidas no Sistema Solar, confundem o Sol com outras estrelas e comenta que os livros didáticos apresentam figuras que podem ser confusas aos alunos. A soma desses e outros fatores tornam importante para os professores buscarem outros centros de divulgação de ciências como forma de apoio para ajudá-los na tarefa de aprendizagem (Colombo, 2009, p.26).

Visitas em centros de ciências possibilitam aos alunos terem contatos com instrumentos de uso na astronomia bem como realizar observações astronômicas (Colombo, 2009, p.26). Além disso, “os centros de ciências são considerados espaços educativos complementares à educação formal, onde comumente é empregada a chamada educação não formal” (Colombo, 2009, p.26).

É comum que em centros de ciências se dê mais valor à diversão enquanto que se deveria valorizar o estímulo à curiosidade científica dos alunos e da comunidade em geral para formar cidadãos críticos e ativos com relação à ciência e tecnologia (Colombo, 2009, p.27).

Com relação à atividade realizada, afirma que mesmo após o término das palestras, os alunos tiveram dificuldades em responder algumas questões sendo comum apresentarem a idéia de que o Sol não seja a única estrela do sistema

solar, que as demais estrelas sejam os corpos celestes mais próximos da Terra ou ainda que elas não possuem luz própria, sendo iluminadas pelo Sol (Colombo, 2009, p.31).

Também é interessante notar que neste trabalho, ao apresentar os questionários aos alunos, a pergunta “Júpiter é um planeta gasoso?” é considerado como resposta correta: NÃO. No entanto, cabe ressaltar que Júpiter e Saturno são conhecidos erroneamente como planetas gasosos por serem constituídos de substâncias que, na Terra, se encontram no estado gasoso, mas lá se encontra no estado líquido (Observatório, 2009), não sendo feita nenhuma menção do assunto no artigo.

Constatou-se que a maioria dos professores do ensino fundamental possuem apenas o magistério sem nunca terem contato com astronomia nem mesmo por mini-cursos ou formação continuada (Colombo, 2009, p.25), muitas vezes se baseando em livros didáticos que apresentam muitas informações errôneas ou incompletas (Colombo, 2009, p.25 e Langhi, 2007).

Como resultado, Colombo apresentou que 60,6% dos alunos nunca tinham visitado o Observatório, no entanto 95,6% dos visitantes declararam que gostariam de retornar ao Observatório, seja com a família, amigos ou em outra visita escolar (Colombo, 2009, p.30). Quanto ao entendimento de conceitos astronômicos, muitas crianças apresentaram dificuldades em entender alguns conceitos, dentre eles que o Sol é a única estrela do Sistema Solar, além disso cita que uma outra pesquisa apresentou resultado semelhante entre professores do ensino fundamental (Colombo, 2009, p.31).

História da Ciência

O trabalho de Penereiro (2009) apresenta um desencontro do argumento de Galileo Galilei relativo à rotação da terra, algumas descobertas astronômicas dele e suas conseqüências além de uma discussão sobre o método científico por ele inserido. Também responde algumas questões de física e astronomia.

Galileu trocou correspondência com Kepler dizendo que era a favor da idéias do modelo copernicano, mas não queria defendê-las publicamente. Em 1632 Galileo publicou o diálogo (Penereiro, 2009, p.174).

Como objetivo, parece que o artigo quer expor o que se trata no diálogo, pois descreve os personagens reais – a saber, Simplício, Sagredo e Salviati, nos quais Galileo se baseou – de sua obra mais conhecida: “Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo Ptolomaico e Copernicano” que o levou a ser julgado pelo Tribunal do Santo Ofício (Inquisição) na Itália (Penereiro, 2009, p.174). Analisa mais profundamente os argumentos de Galileo para provar o movimento de rotação da Terra e discorre a respeito dos argumentos didáticos usados por Galileo que podem ser úteis para professores de ciências da atualidade, visto que é importante saber a respeito das dificuldades que ele enfrentou para poder explicá-los. Segundo ele, os professores devem ser capazes de compreender as dúvidas dos alunos e saber responder as principais questões elaboradas para Galileo a fim de refutar sua defesa com respeito ao movimento da Terra e ao modelo Copernicano.

Pretende caracterizar as etapas sucessivas que levaram Galileo a ter uma convicção tão grande sobre a não centralidade da Terra. Com a publicação do

Diálogo, inicia-se a ciência moderna citando as descobertas de Galileo (Penereiro, 2009, p.177):

- O relevo da Lua
- As manchas solares
- As fases de Vênus
- Os satélites de Júpiter
- Observações de Marte, Vênus e Mercúrio;
- Observações de Saturno.

Uma conclusão das observações de Galileo é que todo o Universo obedece às mesmas leis que a Terra fazendo-o a adotar três premissas, a saber (Penereiro, 2009, p.183):

1. O universo é ordenado e essa ordenação se dá pelos movimentos circulares;
2. “Democratização do espaço” (segundo o autor, “o conceito de lugar próprio perde seu conteúdo”);
3. “Equivalência conceitual entre movimento e repouso”;

Ao longo do artigo se discute as respostas dadas por Galileo corrigindo-as, caso não sejam satisfatórias, além de responder algumas questões que ele não foi capaz de responder em favor de sua teoria. Desatacamos as principais

questões elaboradas por Galileu e suas respostas apresentadas em (Penereiro, 2009), veja tabela V.

Galileo também é considerado o criador do método científico e acreditava que para estudar o Universo deveríamos entender a linguagem com a qual ele foi escrito e, segundo ele, essa linguagem era a matemática.

Como 2009 foi declarado pela IAU (International Astronomical Union), sediada em Paris, devidos às primeiras observações astronômicas realizadas por Galileo, discute-se a respeito das atividades a serem realizadas (já realizadas) no Brasil (Penereiro, 2009, p.196).

Tabela V – Questões de Galileo, suas repostas e resposta correta segundo Penereiro (2009)

QUESTÃO	RESPOSTA SEGUNDO GALILEO	RESPOSTA SEGUNDO O AUTOR
O que é a gravidade?	“Atributo da matéria”, uma “força pertencente ao corpo”, “permanente” que dirigia aos centros dos corpos, como discute Galileo ao descrever o movimento da Lua.	–
Os argumentos contra o movimento diurno da Terra eram divididos em duas categorias: <u>Primeira categoria</u> : se a Terra realmente estiver girando, um corpo, quando solto a partir do repouso de cima de uma torre, por exemplo, deveria ser desviado para oeste, porém não é o que se observa, pois o objeto cai paralelo à torre. <u>Segunda categoria</u> : se a Terra gira, porque os corpos em sua superfície não são ejetados para fora dela, visto que se observa a	<u>Resposta aos argumentos da primeira categoria</u> : Segue praticamente às idéias de Giordano Bruno. Na segunda jornada do “Diálogo” usa o exemplo de um navio navegando em águas tranqüilas. Um observador terrestre sabe que o navio está em movimento, mas um observador trancado dentro do navio não sabe disso, então Galileo propõe que um corpo solto dentro do navio cairá perpendicular ao seu chão ou, de forma análoga à torre, se soltar um objeto do alto do mastro, ele cairá paralelo ao mastro, como ocorre a um objeto largado do alto de uma torre. Para Galileo, isso explicaria também os movimentos dos pássaros, nuvens e tiro de canhão que seguem o movimento da Terra. <u>Resposta aos argumentos da segunda categoria</u> : Galileo observa que um corpo em movimento circular sairá pela tangente à sua trajetória, e não em direção ao raio. Observa também que quanto maior for o raio da trajetória circular do corpo, tanto menor será a diferença entre a nova trajetória e a trajetória circular inicial, assim sendo, como a Terra é uma esfera de raio muito grande é praticamente imperceptível à diferença entre a trajetória retilínea e	Discussão sobre os argumentos de Galileo para responder às questões da: <u>Primeira categoria</u> : Segundo o autor, Galileo comete dois erros. Ele descreve a conservação do movimento circular, porém seus resultados estão mais próximos da “Lei da inércia”, pois conclui sobre a conservação do movimento em uma direção quando não há forças agindo sobre ele. O segundo erro é que o objeto, ao ser solto do alto de um mastro não cairia ao seu pé. Imaginado um navio se movendo de oeste para leste, isto é, na mesma direção do movimento da Terra. Um objeto na ponta do mastro teria uma velocidade maior que a velocidade do navio, então este objeto cairia em algum pondo a leste do pé do mastro ² , adiantando-se em relação a Terra, e não atrasando segundo

² Segundo Penereiro (2009), a solução exata deste problema é difícil e só foi atingida cerca de 200 depois, pelo matemático francês Gustave Gaspard Coriolis.

Tabela V (continuação) – Questões de Galileo, suas repostas e resposta correta segundo Penereiro (2009)

QUESTÃO	RESPOSTA SEGUNDO GALILEO	RESPOSTA SEGUNDO O AUTOR
O que é a gravidade?	“Atributo da matéria”, uma “força pertencente ao corpo”, “permanente” que dirigia aos centros dos corpos, como discute Galileo ao descrever o movimento da Lua.	–
presença de forças “centrifugas” quando corpos estão girando.	a trajetória circular do corpo ligado a Terra. No entanto, ainda assim os corpos deveriam sair do planeta caso não houvesse uma força para vencer a “tendência centrífuga”, e essa força de anulação ou fixação era o peso, ainda não muito bem compreendida por ele. Por fim, Galileo assume que os pontos na superfície da Terra possuem velocidades iguais, e não velocidades angulares iguais; conclui que a força necessária para anular o efeito centrífugo é proporcional ao inverso do raio e, como a Terra é muito grande, esses efeitos são desprezíveis.	as premissas aristotélicas, que concluiria que o objeto deveria cair em um ponto à oeste. <u>Segunda categoria:</u> A exposição de Galileo está correta, errando em sua conclusão onde assume que os corpos fixos ao planeta possuem velocidades iguais, e não velocidades angulares iguais. ³

Experimental

Em Silva (2008) trata-se de um trabalho que consiste na montagem de uma maquete tridimensional para representar uma constelação, isto é, tem como objetivo: “aplicar conceitos físicos e matemáticos para resolver problemas decorrentes da construção de uma maquete tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul” (Silva, 2008, p1306-1).

³ No artigo, não se discorre sobre a força centrífuga ser proporcional ao inverso do raio. Na verdade, como a velocidade angular dos corpos é igual, então a força centrípeta é diretamente proporcional ao raio e, portanto, os efeitos centrífugos seriam mais perceptíveis em locais mais elevados. O fato de a Terra ter um raio grande só complicaria o problema.

Este trabalho é destinado a alunos de graduação em ciências exatas ou alunos do ensino médio. A montagem apresentada foi utilizada em um mini curso durante o VIII Encontro Nacional de Astronomia (ENAST) que, segundo o autor, apresentou grande aceitação por parte do público⁴. O objetivo principal foi o de apresentar uma aplicação para a transformação de coordenadas esféricas para a cartesiana, porém este método não foi proposto aos alunos, isto é, foi apresentado o método, mas utilizaram um programa computacional para realizar esta transformação diretamente (Silva, 2008, p.1306-5).

A maquete foi montada respeitando as distâncias relativas entre as estrelas, considerando também a distância radial, isto é, a constelação de estudo foi considerada como um poliedro irregular onde as estrelas não estão todas em um mesmo plano (Silva, 2008, p.1306-2).

Encontramos neste trabalho uma definição de constelação, tendo como intuito de corrigir a visão que muitas pessoas possuem de que a constelação é apenas um número pequeno de estrelas que lembra algum personagem mitológico e as demais estrelas não fazem parte de nenhuma constelação. A saber, segundo Silva (2008, p.1306-1):

“Constelações são agrupamentos arbitrários de estrelas, formando figuras que facilitam a identificação de padrões, e que funcionam como um recurso mnemônico para fins de orientação e reconhecimento das diferentes regiões da esfera celeste, estando incorporadas na cultura

⁴ Como havia sido comentado no início do trabalho, mesmo que o trabalho o trabalho de Silva (2008) seja destinado à apresentação em público, ou, em outras palavras, usada em ensino não formal, foi inserido como experimental por tratar com maior afinco a montagem do experimento, e não os resultados das apresentações.

popular, e portanto consistindo em um apropriado ponto de partida para motivação de ensino”.

Bernardes (2008) propõe ensinar alguns conceitos de física através da construção de um telescópio refletor tipo Newtoniano para graduandos em Licenciatura em Física e posterior aplicação do aparelho em apresentações para alunos do ensino médio e público em geral. Tal projeto pôde ser aplicado com grande ganho em relação ao conhecimento necessário para a construção do equipamento, isto porque para realizarem a sua construção os alunos tiveram que levar em conta efeitos de aberração cromática devido à diferença de caminho ótico em um vidro não perfeitamente plano (usado na construção do espelho plano secundário), reflexão em espelho côncavo esférico e parabólico, construção da objetiva com o intuito de evitar aberrações, utilização do método de Foucault, método para esmerilhar vidro entre outros (Bernardes, 2008, p.107).

Motivar os alunos a estudarem Astronomia é uma tarefa árdua, pois observa Bernardes (2009) que abordar questões somente teóricas pode ser algo desmotivante. Sugere então a atividade como forma de motivação além de acrescentar a possibilidade da construção de um telescópio tipo Cassegrain⁵, um modelo refrator mais complexo que o tipo Newtoniano, para ser realizado com alunos da graduação.

Com a ajuda de professores e alunos da graduação do curso de Licenciatura em Física, realizam a montagem do equipamento. Os graduandos

⁵ O telescópio espacial Hubble usa um modelo tipo Cassegrain, e não Newtoniano, como é comum encontrar na bibliografia (CDCC, 2009).

utilizam o equipamento em sala de aula e em apresentações ao público em geral. Estas apresentações em público e para alunos do ensino Fundamental e Médio, segundo o autor, tiveram bastante sucesso sendo também muito bem aceito pelos alunos graduandos que participaram da montagem (Bernardes 2008, 9.115).

Erros Conceituais

Em Dias (2007), verificamos que seu objetivo é apresentar uma alternativa à questão do título: “Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?”. Geralmente, a negação a esta pergunta, isto é, que “as estações do ano se justificam pela variação da distância Terra-Sol”, constitui um erro conceitual presente em livros didáticos. Um possível argumento para refutar essa afirmação é dada pelo fato de que no momento em que no hemisfério Sul do planeta Terra estiver, por exemplo, no verão, no hemisfério Norte é inverno, sendo necessário que a Terra esteja em dois locais ao mesmo tempo, num mais próximo para justificar o verão no Sul, e noutro mais longe para justificar o inverno no Norte.

Dias (2007) procura responder a essa questão utilizando-se de cálculos para mostrar que a amplitude térmica esperada pela variação de distância não é suficiente para gerar a amplitude térmica encontrada na Terra. Isto é, mostra que não se pode explicar a variação climática ao longo do ano pela variação da distância da Terra ao Sol.

Discute porque é mais bem explicada a variação do clima na Terra quando se leva em conta a inclinação do planeta e não a distância variável entre

afélio e periélio. Afirma também que, na verdade, pode haver influência sobre o clima, mas que não há “estudos confirmando ou refutando isso”, pois a variação na intensidade luminosa causaria, quando levado em conta o albedo da Terra (uma parcela da radiação incidente é refletida sem ser absorvida pelo planeta) e a rotação do planeta, uma variação na temperatura média ao longo do ano em torno de 5,8°C (Dias, 2007, p.327).

Utiliza a lei de Stefan-Boltzmann para chegar a seus resultados e mostra que conforme vai levando em conta outros eventos (como o albedo, a rotação da Terra e a atmosfera da Terra), a temperatura se aproxima cada vez mais da real (Dias, 2007, p.327). Devido ao fato de citar os alunos questionando o assunto, o artigo é dirigido a professores com o intuito de apresentar uma alternativa para explicar o porquê as estações do ano não são explicadas pela distância Terra-Sol.

Como importância do estudo da astronomia, Dias (2007, p.325) afirma que:

“Todas as principais civilizações que desenvolveram alguma forma de calendário e a observação mais sistemática do céu fizeram-no a partir da variação climática anual. Em uma sociedade agrária, onde os ritmos de plantio e colheita são determinados pelas estações do ano, os ciclos anuais de insolação determinaram diversos aspectos da vida social, cujos resquícios hoje ainda se verificam em festas religiosas de solstício como o Natal e São João e de equinócio como a Páscoa”.

O trabalho de Langhi (2007) discute a respeito de erros conceituais de Astronomia em livros didáticos a fim de subsidiar professores do ensino fundamental para prepararem seus próprios materiais para as aulas, uma vez que eles geralmente possuem como principal fonte bibliográfica estes livros. Apresenta alguns problemas de “ensino e aprendizagem”, bem como concepções prévias, que podem ser decorrentes dos erros encontrados nos livros, concepções alternativas persistentes em professores e alunos sobre o tema Astronomia e relata haver carência de material sobre o tema para os professores além da deficiência no conhecimento dos professores com relação ao conteúdo e metodologia de ensino de Astronomia. Também relata a persistência dos erros nos livros didáticos mesmo após passar por uma revisão do Ministério da Educação (MEC) (Langhi, 2007, p.105).

Para melhorar o ensino do tema Astronomia, Langhi (2007) sugere uma formação continuada dos professores para que eles adquiram um senso crítico a respeito do assunto quando este for abordado em diferentes fontes, não só em livros didáticos, mas também na mídia, com outros professores, em palestras, livros paradidáticos e instituições especializadas em Astronomia além de contribuir para “trabalhar adequadamente o ensino de Astronomia em suas aulas” (Langhi, 2007, 107).

Langhi (2007) sugere que a inserção da formação continuada possa ser dada como um programa de capacitação para os professores dos anos iniciais do ensino fundamental.

A seguir transcrevemos os principais erros didáticos, segundo Langhi (2007, p.81-102):

- as estações do ano são explicadas pela variação da distância entre a Terra e o Sol, e não pela inclinação do eixo de rotação da terra em relação à normal ao plano da eclíptica⁶;
- as fases são explicadas como eclipses semanais, e não pela perspectiva devido à posição da Terra em relação à Lua;
- dizer que a Terra possui dois movimentos (a saber, translação e rotação) está incorreto, pois a Terra possui um único tipo de movimento que até o momento é dividido em catorze, sendo o de rotação e de translação apenas dois deles⁷;
- as constelações são explicadas como se estivessem próximas fisicamente, interagindo gravitacionalmente, enquanto que na verdade poderiam estar a muitos milhares de anos luz⁸;
- o fato de colocarem como plano de fundo várias estrelas quando tentam exibir um esquema sobre os sistema planetário pode causar a impressão de que as estrelas são menores do que os planetas;
- os desenhos representativos dos astros podem dar a impressão de que representam tamanhos proporcionais aos reais, dando a impressão de dimensões erradas entre os planetas;

⁶ Dias (2007) trata desse assunto.

⁷ Este trecho se refere ao número de movimentos da Terra, um erro apresentado em Pinto (2007).

⁸ Silva (2008) trata desse assunto.

- o número de satélite geralmente é apresentado como sendo o número verdadeiro e não somente o número que se tem o conhecimento até aquela data, além de muitas vezes dizerem que somente saturno possui anéis, enquanto que todos os planetas gigantes os possuem (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno);
- os pontos cardeais não são bem explicados, pois geralmente diz-se que o nascente do Sol é sempre a Leste e o ocaso a Oeste, enquanto que na verdade isso ocorre somente duas vezes ao ano;
- os aspectos históricos também apresentam muitos erros, não só na astronomia. Por exemplo, Newton ter descoberto a lei da Gravitação universal devido à uma maçã, Galileu ter solto um objeto da torre de Pizza para comprovar suas idéias e ter medido o período de oscilação de um lustre no teto da Capela Sistina, que Netuno foi descoberto através de precisos cálculos entre muitos outros.

Também mostra uma relação entre concepções prévias e erros em livros didáticos:

- “– que Astronomia e Astrologia são indistintas;*
- que, ao meio dia, a sombra de um poste é nula (...);*
- que estrelas possuem pontas (...);*
- que, para diferenciar estrelas de planetas, ao se olhar para o céu, basta verificar se o brilho está oscilante, ou seja, a luz da estrela ‘pisca’ e a do planeta é oscilante (...);*

- *que o Sol é uma estrela de 5ª grandeza, sem saber, porém, sob que referencial (...);*
 - *que a Lua não apresenta movimento de rotação por sempre enxergarmos a mesma face (...);*
 - *que existe o chamado ‘lado obscuro’ ou ‘lado escuro’ da Lua como referência ao lado não voltado para a Terra (...);*
 - *que, ao observar através de um telescópio, o aluno verá uma nebulosa ou galáxia colorida, tal qual aparecem nas fotos dos livros didáticos (...);*
 - *que meteoróides, meteoro, meteorito, asteróide, cometa e estrela cadentes são objetos celestes iguais (...);*
 - *que cada estação do ano inicia-se taxativamente em suas datas previamente descritas (...) cada um desses dias é apenas o auge de cada estação (solstícios e equinócios);*
 - *que o sistema solar termina em Plutão (...)*”
-

Comentários Finais

Num total de dez artigos encontrados, constatamos que a metade deles trata de educação não formal, isto é, do ensino de ciências fora da escola – exemplos: planetário, mini-curso, museu de ciências – e outros dois artigos apresentam uma sugestão de montagem experimental que foram também utilizadas em ambientes não formais. Verificamos, portanto, uma tendência por publicações voltada para ensino extra-classe.

Dois artigos visam discorrer sobre erros conceituais: um deles analisa os erros mais comuns encontrados em livros didáticos do ensino fundamental e o outro mostra uma forma alternativa de se refutar um erro didático comum, a saber, a falsa explicação das estações do ano pela variação da distância entre a Terra e o Sol.

Um único artigo tratando de história da ciência foi encontrado. Ele procura subsidiar os professores do ensino fundamental utilizando-se de fatos históricos, onde apresenta questões em que os professores podem eventualmente se depararem.

Dentre os artigos pesquisados, a maioria está voltada para o ensino fundamental. Esse é o período no qual o ensino de astronomia se verifica de forma mais acentuada e que, de forma contraditória, possui professores cuja formação acadêmica nem sempre lhes oferece um conhecimento sobre o assunto. Esses professores geralmente se baseiam somente em livros didáticos que em geral apresentam erros conceituais.

Quando tratado do ensino médio, os artigos geralmente apresentam uma aplicação da física na astronomia, sendo interessante notar que nenhum deles relata as leis de Kepler, tal como é apresentada no ensino médio. Eles apresentam, em geral, uma alternativa para ensinar conceitos de astronomia no ensino médio.

Esta revisão visa, portando, apresentar de forma sintética o que tem sido publicado em revistas de ensino física e ciências sobre o ensino de astronomia, visto que ela é mais abordada no ensino fundamental e pouco no ensino médio. No ensino médio, os professores geralmente não possuem formação acadêmica para lecionar assuntos relacionados à astronomia, e no ensino médio ela está limitada às leis de Kepler, no caso da Física. A geografia trabalha mais assuntos relacionados à astronomia, como coordenadas geográficas, estações do ano, entre outros, sendo a maior parte do assunto apresentado nesta revisão, quando se trata de ensino formal, vinculado à geografia.

Bibliografia

BERNARDES, Tâmara , IACHEL, Gustavo, SCALVI, Rosa. Metodologias para o ensino de astronomia e física através da construção de telescópios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v.25, n.1, p. 103-117, abr. 2008.

(a) BRASIL – PCN Parâmetros curriculares Nacionais – **Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em 16/11/2009.

(b) BRASIL – PCN+ **Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 16/11/2006.

CDCC – USP. **O Nascimento do Telescópio Refletor**. <http://www.cdcc.usp.br/cda/sessao-astronomia/2009/nascimento-telescopio-refletor-18-07-2009.ppt>. Acesso em: 16/11/2009

COLOMBO, Pedro, AROCA, Sílvia, SILVA, Cibelle. Educação em centros de ciências: visitas escolares ao observatório astronômico do CCDCC/USP. **Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v.14, n.1, p. 25-36, abr. 2009.

DIAS, Wilton., PIASSI, Luis. Por que a distância Terra-Sol não explica as estações do ano? *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.29, n.3, p. 325-329, set. 2007.

ELIAS, Daniele, AMARAL, Luiz, ARAÚJO, Mauro. Criação de um espaço de aprendizagem significativa no planetário do parque Ibirapuera. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, São Paulo, v.7, n.1, jan./abr. 2007.

LANGHI, Rodolfo, NARDI, Roberto. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Santa Catarina, v.24, n.1, p. 87-111, abr. 2007.

OBSERVATÓRIO Nacional: Planetologia comparativa. Curso online de astronomia: http://www.on.br/site_edu_dist_2009/site/index_ss_html, apostila 2, módulo I, p. 9

PENEREIRO, Júlio. Galileo e a defesa da cosmologia copernicana: a sua visão do universo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Santa Catarina, v.26, n.1, p. 173-198, abr. 2009.

PINTO Simone et al. Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de astronomia nas séries iniciais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Santa Catarina, v.24, n.1, p. 71-86, abr. 2007.

PINTO, Simone, VIANNA, Deise. Atuando na sala de aula após a reflexão sobre uma oficina de astronomia. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v.6. , n.1, jan./abr. 2006.

QUEIROZ, Glória et al. Construindo saberes na mediação em museus de ciências: o caso dos mediadores de Museu de Astronomia e Ciências Afins/Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.7, n.1, jan./abr. 2002.

SILVA, Guilherme, RIBAS, Felipe, FREITAS, Mário. Transformação de coordenadas aplicada à construção de maquete tridimensional de uma constelação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.30, n.1, p. 1306-1-1306-7, mar. 2008.