

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**INSTITUTO DE FÍSICA, INSTITUTO DE QUÍMICA,  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS E FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

**DANIEL RUTKOWSKI SOLER**

**Astronomia no Currículo do Estado  
de São Paulo e nos PCN:  
um olhar para o tema Observação do Céu**

**São Paulo  
2012**



**DANIEL RUTKOWSKI SOLER**

soler.dr@usp.br

**Astronomia no Currículo do Estado  
de São Paulo e nos PCN:  
um olhar para o tema Observação do Céu**

**Dissertação aos Institutos de Física,  
de Química e de Biociências e  
à Faculdade de Educação,  
da Universidade de São Paulo,  
para obtenção do título de  
Mestre em Ensino de Ciências**

**Programa de Pós-Graduação  
Interunidades em Ensino de Ciências**

**Área de Concentração:  
Ensino de Física**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Leite**

**São Paulo  
2012**

**Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação**  
**do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Soler, Daniel Rutkowski

Astronomia no currículo do estado de São Paulo e nos PCN: um olhar para o tema Observação do Céu - São Paulo, 2012.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação; Instituto de Física; Instituto de Química e Instituto de Biociências

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Leite

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Astronomia – Estudo e Ensino; 2. Currículos e Programas; 3. Observação do céu.

USP/IF/SBI-066/2012

***A todos aqueles que,  
quando olham as estrelas,  
ainda veem apenas estrelas...***

## AGRADECIMENTOS

*Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha.*

*É porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra.*

*Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha  
e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós.*

*Essa é a mais bela Responsabilidade da vida  
e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso.*

**Charles Chaplin**

À medida que fui passando pelo processo de produção de uma Dissertação de Mestrado, fui me dando conta do quão importante, e essencial, é a participação de outras pessoas nele. A amizade, o apoio, as conversas, os incentivos, as ideias, as críticas, as sugestões, e tudo aquilo que recebi daqueles com os quais me relacionei, desde o início do processo no começo de 2009, constituíram-se como peças cruciais na construção deste empreendimento. Sinto-me com uma enorme dívida de gratidão, e gostaria de tentar esboçar algumas palavras de agradecimento, para todas essas pessoas que me ajudaram a construir este trabalho. Peço perdão àqueles que, por ventura, eu esquecer de citar neste momento.

Primeiramente agradeço a Deus, por tudo. TUDO.

Agradeço muito aos meus pais, Antonio e Rose, por todo o amor, toda a dedicação, todo o apoio, toda a paciência, por sempre estarem prontos pra me ajudar, naquilo que eu precisasse, e por me proporcionarem, de forma incondicional, todos os meios para que eu pudesse estar aqui onde estou, fazendo o que estou fazendo.

Agradeço muito à minha orientadora, Cris, pela confiança e por acreditar em mim, por ter me acolhido e aceito o desafio de me orientar, por toda a paciência que teve e por não ter desistido de mim, por todas as infindáveis leituras dos meus textos, por todas as críticas sempre precisas e construtivas, mostrando pra mim sempre aquilo que eu não conseguia ver, por todo o apoio e preocupação nos momentos mais difíceis, e, enfim, por ter sido a orientadora que eu precisava ter, muito mais do que eu poderia imaginar e almejar.

Agradeço muito à Fernanda e à Vanessa, por terem sido “minhas irmãs mais velhas de mestrado”, por terem sido pra mim um modelo e uma referência do que é ser um mestrando, por todo o incentivo, toda a ajuda, todas as sugestões e críticas, pelas muitas conversas, pelas risadas, pelo convívio, e pelos muitos, e muitos momentos, em que acreditaram mais em mim do que eu mesmo acreditei.

Agradeço muito à Andreza, à Flávia, ao Gabriel, à Martinha e à Valéria, por terem sido “minhas irmãs e meu irmão mais novos de mestrado”, por todas as conversas e reuniões, todas as risadas e todos os momentos bacanas e divertidos, como os dos SNEAs, pelo convívio, e por terem sido cruciais para eu realmente me sentir fazendo parte de um grupo, um verdadeiro grupo de amigos pra mim.

Agradeço muito a todos os mestrandos e doutorandos do nosso Corredor de Ensino do IFUSP, por sempre me incentivarem, sempre me fazerem acreditar que conseguiria chegar com sucesso ao fim dessa jornada, pelo sempre ótimo convívio, por todas as conversas que sempre me proporcionaram muitos e muitos aprendizados, e que me fazem sentir hoje ser capaz de entender “a língua” da área de Ensino. De forma muito especial, agradeço ao Adalberto, ao Alexandre (obrigado por tudo, Alê!!), à Amanda, ao Breno, à Bruna, à Carla, ao Esdras (valeu grande amigo, por todas as nossas conversas!!), ao Emerson, ao Glauco (muito obrigado mesmo!!), à Giselle, à Graciella (valeu!!), ao João (grande sujeito!), ao Jucivagno (outro grande!!), à Juliana, ao Leandro (grande companheiro, principalmente nos primeiros anos, muito obrigado!), aos Leonardos Crochik e Lago, à Leika (brigado, Leikinha, pelas conversas, pelos incentivos e apoio e, claro, pelos chás!!!), à Ligia, à Luciani, à Marcília, à Marta, ao Osvaldo (grande RD!!), ao Ortega, à Renatinha (a melhor companheira de todos do Corredor! Muito, muito obrigado por tudo!!), ao Renato, ao Roberto, à Rosilene, à Soninha, à Talita, à Tassiana (exemplo de pesquisadora e de RD!!) e à Yara.

Agradeço muito a todos os professores do nosso Programa de Pós, em especial a todos da área de Ensino de Física, por todos os aprendizados que me proporcionaram, e por serem a melhor referência que eu poderia vir a ter do que é ser um grande pesquisador. Villani, Cristiano, Menezes, Ivã, Regina e Yassuko, a vocês um muito obrigado ainda mais especial. E também às professoras Daniela, Elba e Silvia, por todo o aprendizado que tive nas disciplinas da Pós.

Agradeço muito ao grande professor Zanetic, por ter sido aquele que me fez vislumbrar a possibilidade de eu vir a ser um mestrando da área de Ensino, por ter me acolhido como seu orientando, e por todas as fantásticas demonstrações de conhecimento, que me fizeram aprender tanto sobre Física, sobre Ciência e sobre a vida acadêmica.

Agradeço muito à Yassuko e ao Bretones, pelas grandes contribuições dadas a este trabalho já na minha qualificação, e pela leitura atenta e pelas críticas e sugestões dadas a esta dissertação.

Agradeço muito a toda a equipe que trabalhou na Secretaria da CPGI, desde 2009, em especial ao Thomas, à Rosana e à Natalia, por toda a atenção e por estarem sempre de prontidão para ajudar naquilo que fosse necessário.

Agradeço muito ao meu grande amigo, de longa data, Bruno, pelas incontáveis conversas, por ser pra mim um exemplo tão próximo do que é um grande Físico, me ajudando assim a manter firme a vontade de me dedicar aos estudos da Física, e por ter me proporcionado a real experiência do que é ter um irmão mais novo.

Agradeço muito ao Caio, à Isabela e ao Rafael, por terem me acolhido como seu amigo num momento em que precisava ter amigos por perto, por todo o convívio desde então, e por todos os momentos divertidos e engraçados que me proporcionaram e proporcionam até hoje.

Agradeço muito pelo convívio e pelas ótimas conversas aos colegas pós-graduandos Diana, Lelas, Maria Fernanda e Phillip.

Agradeço demais a todos os amigos que fiz nos Planetários de São Paulo, pelos anos de convívio e de amizade, nos quais aprendi muito sobre profissionalismo, sobre dedicação ao próximo, sobre Astronomia, sobre amizade, e nos quais, de quebra, me diverti muito, dentro e fora do ambiente de trabalho. De forma muito especial, agradeço ao Aldenilson (grande Aldê, valeu!!), ao André (Tio André, grande mestre, muito obrigado por tudo!!), ao Barbosa, à Beni, ao Calil (grande chefinho, sem palavras!!), ao Cleston (obrigado pelos grandes papos!!), ao Diego, ao Douglas (muito obrigado!!), ao Ednilson, ao Elias (muito obrigado pelas muitas histórias!!), à Fernanda (Fê, saudades!! Obrigado por tudo que me ensinou!!), ao Flávio (grande garoto!!), ao Gerivaldo (outro grande!!), à Lara, à Ingrid (Dinda!!), ao Irineu (grande professor Irineu, muito obrigado mesmo por tudo que me ensinou e pelo grande exemplo!!), à Jane, ao João (obrigado pela grande amizade e pelas muitas brincadeiras!!), à Juliana, ao Júlio, à Kátia, ao Lanta (meu grande amigo Lanta, meu imenso obrigado por tudo!!), à Larissa, à Letícia, à Lia (Lia, grande amiga, aprendi muito contigo!!), à Lívia, ao Lucas, ao Lucivaldo, à Marilena (obrigado pelas muitas conversas e aprendizados!!), ao Misael, à Naylia, aos Paulos Varella e Sobreira (Professores com P maiúsculo, o meu grande obrigado!!), às Priscilas Cianni e Vasconcellos (às Pris, meu muito obrigado!!), ao Querelli, ao Rafael (“crescemos” juntos nos Planetários, muito obrigado por tudo, e mesmo pelas brincadeiras!!), à Rafaella, à Regina (Rê, brigadão pelas conversas e pelo exemplo de professora!!), ao Ribamar, à Roberta, ao Robinson, ao Santana (Tio Sam!! Grande amigo! Obrigado!), à Solange, à Tânia, à Thaís, ao Trencher, à Vanessa, ao Walmir, e ao Youssif.

Agradeço muito a toda a galera dos tempos de Federal, por terem continuado a ser todos meus grandes amigos nestes últimos anos, e por continuarem me considerando parte do grupo, mesmo eu tendo me afastado tanto de tudo e de todos.

Agradeço muito às famílias Soler e Rutkowski, por sempre me incentivarem, por sempre me proporcionarem bons momentos de descontração, e por compreenderem os muitos e muitos períodos em que tive de estar afastado, por conta da feitura deste trabalho.

Agradeço muito à Elenir, por toda a ajuda e toda a paciência.

Agradeço muito ao Einstein, por todos os incontáveis momentos de alegria que me proporcionou.

E um último agradecimento muito especial à Dani, por ter dado um novo colorido à minha vida, e por ter feito os últimos meses de trabalho nesta Dissertação muito mais agradáveis de se viver, compartilhando comigo muitos momentos 4f. :\* \_o\_

## RESUMO

SOLER, D.R. **Astronomia no Currículo do Estado de São Paulo e nos PCN: um olhar para o tema Observação do Céu.** 2012. São Paulo. 200p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. (Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Cristina Leite).

A atividade de se observar o Céu é de suma importância para a obtenção de informações sobre a grande maioria dos objetos celestes, particularmente os de fora do Sistema Solar: não existem ainda meios tecnológicos que nos permitam obter tais informações in loco, seja por meio de sondas robóticas, seja por meio de naves tripuladas. Sob este ponto de vista, é então relevante oferecer a crianças e jovens a oportunidade de participarem de atividades didáticas de Observação do Céu, propiciando, assim, o estabelecimento de um primeiro contato sistemático deles com o Céu e, conseqüente e essencialmente, com todo o Universo que existe fora de nosso planeta. Neste trabalho estamos preocupados, particularmente, com o ensino sobre a Observação do Céu: estamos interessados em tratar sobre propostas didáticas, nas quais se ensine sobre como observar o Céu. Nosso principal objeto de estudo é o atual Currículo do Estado de São Paulo, mais especificamente os chamados Cadernos do Professor, que integram o conjunto de materiais didáticos vinculados a esse Currículo. Nesta dissertação nos propusemos a avaliar as atividades didáticas de Observação do Céu que são propostas junto aos Cadernos do Professor para as disciplinas de Ciências do Ensino Fundamental e Física do Ensino Médio. Essa avaliação foi feita a partir de dois pontos de vista. No primeiro, a análise se deu a respeito dos conteúdos presentes nas atividades, os quais foram comparados, por meio de Mapas Conceituais, com aqueles presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais. O segundo ponto de vista para a avaliação se deu a respeito da estrutura das atividades. Para subsidiar tal análise foi feito um estudo junto a pesquisas da área de Ensino de Astronomia a partir da qual foram elencadas 6 dimensões ligadas à proposição de atividades didáticas de Observação do Céu - “Objetos e fenômenos observáveis”; “Condições de observação, planejamento e preparação”; “Público alvo, contexto e interatividade do público”; “Objetivos maiores da observação”; “Registros das observações”; e “Tipos de observação e instrumentos” -, as quais foram tratadas como parâmetros importantes na construção de propostas dessa natureza, sendo então utilizadas como categorias de análise daquelas presentes nos Cadernos do Currículo do Estado. Os principais resultados mostram que os conteúdos ligados à prática de Observação do Céu, tanto nos PCN quanto nos Cadernos do Currículo do Estado são significativamente semelhantes, inclusive a presença restrita ao Ensino Fundamental. Além disso, as atividades de Observação do Céu dos Cadernos parecem apresentar coerência interna e tendem a contemplar os resultados de pesquisas em Educação em Astronomia.

Palavras-chave: Observação do Céu. Currículo do Estado de São Paulo. Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino de Astronomia.

## ABSTRACT

SOLER, D.R. **Astronomy in the Curriculum of the State of São Paulo and in the PCN: Sky Observation**. 2012. São Paulo. 200p. Dissertation (Masters in Science Education) - Institute of Physics, Institute of Chemistry, Institute of Biosciences and School of Education, University of São Paulo, São Paulo, 2012. (Advisor: Dr. Cristina Leite).

The activity of observing the Sky is very important to obtain information about the vast majority of celestial objects, particularly those from outside our Solar System: there are no technological means nowadays that allow us to obtain such information on-site, whether through robotic probes or by manned spacecraft. Under this view, it is therefore important to offer children and teenagers the opportunity to participate in didactic activities of the Sky Observation, thus allowing them to have a first systematic contact with the Sky, consequently and essentially with the whole Universe that exists outside our planet. In this work we are concerned particularly with the teaching about the Sky Observation: we are interested in dealing with proposals about teaching, in which one teaches 'how to observe the Sky'. Our main object of study is the current Curriculum of the State of São Paulo, more specifically the Teacher's textbooks, which constitute the set of educational materials related to such Curriculum. In this dissertation we propose to evaluate the didactic activities of Sky Observation that are proposed in the Teacher's textbooks for the discipline of Science in Elementary School and for Physics in High School. This evaluation was made from two viewpoints. First, the analysis was about the content present in the activities, which were compared with the National Curriculum Parameters by means of Concept Maps. The second point of the evaluation was made regarding the structure of activities. To support this analysis, a study was done with some research of the area of Astronomy Teaching from which we listed 6 dimensions related to the proposition of didactic activities about Sky Observation - "Objects and observable phenomena"; "Conditions of observation, planning and preparation", "Audience, context and audience interactivity", "Main objectives of observation"; "Records of observations"; and "Types of observation and instruments" - which were treated as important parameters in building such proposals, then being used as analytical categories of those present in the textbooks of the Curriculum of the State. The main results show that the contents linked to the practice of Sky Observation, both the PCN and the Curriculum of the State are significantly similar, even the restricted theme of Sky Observation to elementary schools. Moreover, the activities of the Sky Observation in the textbook seem to have internal consistency and tend to contemplate the results of research in Astronomy Education.

Keywords: Sky Observation. Curriculum of the State of São Paulo. National Curriculum Parameters. Astronomy Teaching.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 5.1 – Mapa Conceitual do tema Astrometria e Observação da Esfera Celeste, construído a partir de excertos extraídos dos PCN para a disciplina de Ciências. .... 136
- Figura 5.2 – Mapa Conceitual do tema Astrometria e Observação da Esfera Celeste, construído a partir de excertos extraídos dos Cadernos do Professor para a disciplina de Ciências do Currículo do Estado de São Paulo. .... 138
- Figura 5.3 – Mapa Conceitual do tema Astrometria e Observação da Esfera Celeste, construído a partir de excertos extraídos dos Cadernos do Professor para a disciplina de Ciências do Currículo do Estado de São Paulo, mantendo-se apenas os conceitos que possuem conceito análogo ou equivalente no Mapa da Figura 5.1. .... 140

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Termos procurados nos títulos e entre as palavras-chave dos artigos publicados em periódicos e em atas de eventos. As colunas <b>Encontrado</b> indicam quais termos foram encontrados em algum dos títulos ou das palavras-chaves dos artigos. ....	104
Tabela 5.1 – Síntese de temas e conteúdos (indicados nos próprios Cadernos), de cada Situação de Aprendizagem proposta em cinco Cadernos do Professor, das disciplinas de Ciências e de Física do Currículo do Estado de São Paulo. ....	125
Tabela 5.2 – Nomes das SA e SR, pertencentes aos Cadernos do Professor da disciplina de Ciências do Currículo do Estado de São Paulo, nas quais a prática da Observação do Céu se faz presente. ....	126
Tabela 5.3 – Relação entre alguns dos conceitos fundamentais sobre Astrometria e Observação do Céu, presentes nos PCN da disciplina de Ciências e presentes nos Cadernos do Professor da disciplina de Ciências do Currículo do Estado de São Paulo. ....	139
Tabela 5.4 – Critérios adotados para se utilizar os indicativos do quanto as SA e SR contemplam cada um dos 6 parâmetros de análise utilizados. ....	144
Tabela 5.5 – Indicativos de quais parâmetros de análise foram contemplados por cada uma das Situações de Aprendizagem (AS) e Situação de Recuperação (SR) analisadas. ....	148

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

SEE-SP Secretaria de Educação do Estado de São Paulo

PCN Parâmetros Curriculares Nacionais

SA Situações de Aprendizagem

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>13</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>14</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVAS PARA O ENSINO E A PESQUISA EM ENSINO DE ASTRONOMIA .....</b>	<b>20</b>
2.1 Metodologia.....	21
2.2 A importância e as justificativas para o ensino de Astronomia .....	22
2.3 A importância e as justificativas para se pesquisar o ensino de Astronomia.....	34
<b>3. A ASTRONOMIA NOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS.....</b>	<b>46</b>
3.1 Os PCN .....	48
3.2 Os PCN e a Astronomia.....	49
3.3 Características da Proposta de Ensino-Aprendizagem de Astronomia .....	53
3.4 Temas e conteúdos de Astronomia nos PCN .....	77
3.5 Considerações .....	97
<b>4. A OBSERVAÇÃO DO CÉU EM PESQUISAS DA ÁREA DE ENSINO .....</b>	<b>102</b>
4.1 Metodologia do levantamento de trabalhos de interesse .....	103
4.2 Dados sobre os trabalhos de interesse .....	105
4.3 Análise e Considerações .....	106
<b>5. A OBSERVAÇÃO DO CÉU NO CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO .</b>	<b>118</b>
5.1 A Astronomia e a Observação do Céu no Currículo do Estado de São Paulo.....	119

5.2 Os PCN, os Cadernos do Professor do Currículo do Estado e a Observação do Céu .....	129
5.3 A Observação do Céu nos Cadernos do Professor do Currículo do Estado, analisada a partir de parâmetros para a construção de propostas didáticas de atividades de Observação do Céu.....	143
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	175
REFERÊNCIAS.....	180
APÊNDICES .....	187
Apêndice A – Dados sobre os 16 trabalhos selecionados para compor a revisão bibliográfica do Capítulo 4, sobre a Observação do Céu .....	187
ANEXOS .....	198
Anexo A – Histórico da implantação do Currículo do Estado de São Paulo a partir de 2007 (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO) .....	198

## 1. INTRODUÇÃO

*O primeiro passo  
para aprender a pensar,  
curiosamente,  
é aprender a observar.*  
**Stephen Kanitz**

Foi apenas há pouco mais de cinco décadas que o céu deixou de ser verdadeiramente “intocável” para os seres humanos: não possuíamos, até então, meios de se trazer à Terra qualquer porção de material pertencente a um objeto celeste<sup>1</sup>. Hoje, no entanto, já somos capazes de ir até a Lua, e a até asteroides próximos, e trazer de volta rochas retiradas de suas superfícies. E também somos capazes de enviar sondas a todos os planetas e luas do Sistema Solar e, se quisermos, analisar amostras colhidas diretamente de suas atmosferas e/ou de seus solos.

No entanto, não somos capazes de fazer muito mais do que isso. Faltam ainda algumas décadas para que tenhamos condições reais de, por exemplo, montar colônias humanas fora da Terra. E, certamente, essas colônias serão bem próximas daqui: talvez na Lua, provavelmente em Marte, quem sabe até em alguma lua de Júpiter ou Saturno. Mas sair do Sistema Solar, mesmo que para uma viagem apenas de ida e sem pretensões coloniais, é, esse sim, um sonho ainda distante. Sonho que, se um dia se tornar realidade, certamente o será apenas daqui a séculos, provavelmente até milênios.

Se quisermos, assim, obter informações sobre objetos extraterrenos, principalmente aqueles que não pertencem ao Sistema Solar, não temos ainda outra alternativa

---

<sup>1</sup> Excetuando-se meteoritos já encontrados há séculos em solo terrestre.

mais prática: não nos resta, senão, *observarmos* esses objetos, aqui de longe. Não nos resta, se não, captarmos a luz - a radiação eletromagnética - provinda desses objetos, e conhecê-los então por meio do estudo e da análise dessa luz.

Foi graças a essa possibilidade, de olharmos para cima, para fora da Terra, e podermos acessar a luz emitida - ou refletida - dos objetos que lá se encontram, que ao longo dos séculos da história humana a Astronomia pôde se desenvolver. Por meio, inclusive, apenas da observação a olho nu, até pouco mais de quatro séculos atrás, quando da invenção do telescópio.

A atividade de observação do céu é, talvez, a prática essencial da Astronomia. É essa atividade que permite ao ser humano acessar esse imenso laboratório, a que chamamos de Universo, e que lhe dá a chance de tentar obter algum tipo de compreensão sobre como ele é, e sobre como ele funciona.

E, com isso, pode-se dizer que a observação do céu abre portas para basicamente qualquer área de conhecimento que se relacione com a Astronomia: a prática da observação pode ser associada tanto a conhecimentos específicos das diferentes áreas da Astronomia - Astrometria, Astronomia do Sistema Solar, Astrofísica Estelar, Galáctica, Extragaláctica, etc. -, como também ser relacionada a, por exemplo, temas de História e Epistemologia da Ciência, ou mesmo ainda ser considerada como uma área específica, de conhecimentos próprios. A Observação do Céu enquanto campo de conhecimento humano.

Neste trabalho, especificamente, estamos mais preocupados, entretanto, com apenas uma parte disso: com o *ensino* sobre a observação do céu. Estamos mais interessados em tratar sobre propostas didáticas, nas quais se aprenda sobre como observar o céu. Que talvez deem elementos para se pensar sobre “como se aprende a observar o céu”? E sobre “o que se privilegia quando vai se construir uma proposta didática de ensino sobre observação do céu”?

Nosso principal objeto de estudo, dentro dessa temática da observação do céu, é o atual Currículo do Estado de São Paulo, mais especificamente os chamados

Cadernos do Professor, que integram o conjunto de materiais didáticos vinculados a esse Currículo.

Este é um Currículo relativamente recente - sua implantação foi iniciada no ano de 2008 -, e tem um impacto social relativamente grande, se se considerar a existência dos milhões de alunos estudando nas milhares de escolas públicas de ensino básico mantidas pelo governo estadual. E no atual Currículo do Estado, pode-se considerar significativa a presença de temas da Astronomia, e especificamente de propostas didáticas sobre ensino de observação do céu - como será mostrado ao longo do trabalho -. Por essas considerações, entendemos ser pertinente a elaboração desta dissertação, voltada assim, principalmente, para a construção de um estudo e de uma análise a respeito da inserção de temas da Astronomia - em especial da Observação do Céu -, no ensino formal público paulista.

No próximo capítulo, é apresentada uma revisão bibliográfica inicial, na qual não se objetiva ainda tratar especificamente do tema da Observação do Céu, mas sim do tema de Ensino de Astronomia como um todo. Desejou-se, com esse capítulo, buscar um entendimento a respeito de qual a importância e de quais justificativas podem ser atribuídas tanto para o Ensino de Astronomia, como para a realização de pesquisas em Ensino de Astronomia. Esta revisão bibliográfica foi construída a partir da leitura de artigos publicados, sobretudo, em alguns dos principais periódicos do país, das áreas de ensino de Astronomia, de Física e de Ciências.

Já no terceiro capítulo, para subsidiar parte da análise a ser construída sobre o atual Currículo do Estado, é elaborado um estudo a respeito da presença de temas da Astronomia junto aos Parâmetros Curriculares Nacionais, documentos de reconhecida importância no cenário educacional nacional, e que tiveram uma relativa influência na construção do Currículo do Estado. A abordagem escolhida, para a confecção desse estudo, foi a de se fazer uma comparação entre os PCN de Ciências, para o Ensino Fundamental, e os PCN e PCN+ de Física para o Ensino Médio, no que diz respeito à inserção de temas e conteúdos de Astronomia nesses documentos, e também no que diz respeito às propostas de abordagem desses temas e conteúdos em sala de aula.

No quarto capítulo, por sua vez, é feita uma inserção mais direta ao tema da Observação do Céu: nele é apresentada uma nova revisão bibliográfica, na qual nos propomos a olhar para pesquisas das áreas de Ensino de Astronomia, Física e Ciências, com o intuito de se buscar identificar, sob o ponto de vista dessas pesquisas, o que é considerado mais importante de se trabalhar em atividades que tenham a prática da Observação do Céu como um de seus elementos centrais. Como resultado dessa revisão bibliográfica, são edificados parâmetros de análise que consideramos pertinentes e relevantes para a construção de propostas didáticas de atividades de Observação do Céu.

No quinto e penúltimo capítulo, os resultados e subsídios obtidos, a partir dos capítulos terceiro e quarto, são aplicados na elaboração de um estudo e de uma análise a respeito do atual Currículo do Estado de São Paulo, no que se refere à presença nele de conhecimentos ligado à Astronomia e, particularmente, daqueles relacionados à prática de Observação do Céu. É feita, primeiramente, uma comparação entre os PCN e o Currículo do Estado, no que diz respeito à apresentação neles de conceitos ligados à prática de Observação do Céu. Tal comparação é elaborada por meio da construção de Mapas Conceituais de cada um dos documentos, e da posterior comparação deles entre si. Posteriormente, é construída uma análise sobre como são edificadas as propostas didáticas de Observação do Céu, existentes no Currículo do Estado, sob uma perspectiva erigida, no quarto capítulo, a partir de pesquisas das áreas de Ensino de Astronomia, Física e Ciências: os parâmetros, considerados pertinentes e relevantes para a construção de propostas didáticas de atividades de Observação do Céu, são utilizados como categorias de análise das propostas didáticas de Observação do Céu inseridas nos Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo.

E, finalmente, no sexto e último capítulo, são apresentadas as Considerações Finais desta dissertação, nas quais se procura ainda retomar as principais considerações feitas ao longo dos capítulos anteriores.

## 2. IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVAS PARA O ENSINO E A PESQUISA EM ENSINO DE ASTRONOMIA

*Pode-se desejar reconhecer as estrelas e as constelações.  
Mas, de início, podemos perguntar por quê.  
Por que nos dar a esse trabalho?  
Por que investir esforços nesse sentido?  
Reconhecer as estrelas talvez seja tão útil (ou inútil...) quanto saber dar os nomes das flores selvagens nos bosques.  
Hoje, a navegação é feita com satélites apropriados.  
Só mesmo quem gosta de velejar é que às vezes levanta os olhos aos céus para se guiar;  
e uma ou duas constelações são suficientes para se encontrar a Estrela Polar.  
A verdadeira motivação é outra.  
Ela diz respeito ao prazer, ao prazer de transformar um mundo desconhecido e indiferente em um mundo maravilhoso e familiar.  
Trata-se de “domesticar” o céu para habitá-lo e, nele, sentir-se em casa.*

**Hubert Reeves**

Neste segundo capítulo, apresentamos um levantamento a respeito de qual a importância, e de quais as justificativas, que pesquisadores atribuem tanto para o ensino de Astronomia, quanto para a própria pesquisa em Ensino de Astronomia que realizam.

Identificar como as pesquisas em Ensino de Astronomia tratam da importância e das justificativas que elas próprias fornecem para esse tema na sala de aula, bem como para a realização de pesquisas nessa área, é assim o principal foco deste capítulo. Em uma tentativa de melhor compreender as questões de fundo: “Por que ensinar Astronomia na educação básica?” e “Por que se pesquisar o ensino de Astronomia na educação básica?”.

Avaliamos ainda que uma “pesquisa sobre pesquisas” pode proporcionar momentos de reflexão sobre os rumos da própria área, podendo indicar algumas alternativas para novos trabalhos, ou ainda maneiras diferentes de se olhar para determinados resultados já consolidados. E ainda, possivelmente, identificando a necessidade de novos temas de pesquisa a serem desenvolvidos, bem como colaborando para a construção de uma visão mais ampla da área de pesquisa em Ensino de Astronomia.

## **2.1 Metodologia**

Inserido num contexto de revisão bibliográfica, este capítulo situa-se no âmbito da pesquisa qualitativa, sendo a principal metodologia de análise utilizada a análise de conteúdo (BARDIN, 2010).

A partir de um levantamento de artigos, junto principalmente a alguns dos principais periódicos da área de ensino de Ciências, de Física e de Astronomia - Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (2004 a 2011), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2000 a 2011), Revista Brasileira de Ensino de Física (2000 a 2011), Ciência & Educação - UNESP (2000 a 2011), Ciência & Ensino - UNICAMP (2000 a 2011), Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências - UFMG (2000 a 2011), Investigações em Ensino de Ciências - UFRGS (2000 a 2011), e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - ABRAPEC (2001 a 2011) -, construiu-se a análise que será apresentada a seguir.

A escolha dos artigos para análise seguiu, basicamente, dois critérios, a saber: possuir, em seu título, palavras-chave e/ou resumo, a indicação de que se trata de um trabalho que tem, como um de seus objetivos, se não o principal, o de realizar uma pesquisa que se relaciona com o Ensino de Astronomia; e possuir, seja no Resumo, na Introdução, na descrição de Metodologia, na apresentação de Resultados ou nas Considerações e Conclusões Finais, qualquer menção sobre

importância e justificativas que poderiam ser atribuídas ao Ensino de Astronomia, e/ou à realização de pesquisas na área de Ensino de Astronomia.

De posse dos trabalhos selecionados, os elementos relacionados à importância e às justificativas para o Ensino de Astronomia, e para a pesquisa em Ensino de Astronomia, foram lidos, de forma exaustiva, o que permitiu organizá-los em categorias de análise construídas, desta forma, “a posteriori”.

Dentro de cada categoria, elementos próximos entre si foram agrupados em subcategorias, sendo ainda alguns deles explicitados como exemplos para representar os demais. Produziu-se, com isso, uma articulação entre os elementos obtidos nos diferentes trabalhos, relacionando-os, de tal forma, que foi possível se obterem novas inferências não presentes individualmente em nenhum dos trabalhos analisados.

A seguir apresentamos os principais resultados dessa construção, divididos em duas seções, uma sobre a importância e as justificativas para o ensino de Astronomia, e outra para a pesquisa em Ensino de Astronomia. Cada uma, por sua vez, dividida por categoria de análise, bem como possuindo, ao seu final, algumas considerações a respeito da análise desenvolvida.

## **2.2 A importância e as justificativas para o ensino de Astronomia**

Primeiramente, destacaremos aquilo que foi considerado de maior importância no que diz respeito aos argumentos, trazidos pelos pesquisadores da área em seus trabalhos, sobre a relevância e as razões para o ensino da Astronomia.

### *2.2.1 Despertar de sentimentos e inquietações*

Uma das justificativas mais presentes, na maioria das pesquisas, para se ensinar Astronomia, é a de que, supostamente, os temas astronômicos possuiriam a característica de despertar, naturalmente, diversos tipos de sentimentos, junto a variados tipos de público.

Dentre os vários sentimentos e inquietações despertados, apresentados pelos autores, podemos destacar dois grupos/tipos: curiosidade; fascínio.

No primeiro grupo de sentimentos em que se destaca a atenção, a curiosidade e o interesse despertados pela Astronomia, frases como “Pode se afirmar que a Astronomia é uma das áreas que mais atrai a atenção e desperta a curiosidade dos alunos, desde os primeiros anos escolares até sua formação nos cursos de graduação, abrangendo todas as áreas, como Matemática, Geografia, Pedagogia e, principalmente, a Física.” (BERNARDES; IACHEL; SCALVI, 2008, p.105) e “Os assuntos referentes à Astronomia chamam a atenção das pessoas em qualquer faixa etária (...)” (DIAS; RITA, 2008, p.55), são apontadas por autores como Barbosa-Lima (2010), Barroso e Borgo (2010), Bernardes, Iachel e Scalvi (2008), Dias e Rita (2008), Faria e Voelzke (2008), Gomide e Longhini (2011), Henrique, Andrade e L´Astorina (2010), Iachel et al. (2009), Oliveira, Voelzke e Amaral (2007), Pedrochi e Neves (2005), Rodríguez e Sahelices (2005) e Scarinci e Pacca (2006).

Outro grupo de sentimentos envolve o entusiasmo, o fascínio, a satisfação, a emoção, o vislumbre, o encantamento e o prazer. Normalmente frases do tipo “O fascínio pelo céu tem levado o homem a observá-lo e criar teorias sobre o Universo desde a mais remota antiguidade” (LEITE; HOSOUME, 2007, p.48) e “Até hoje a astronomia desperta a fascinação (...) de crianças, jovens e adultos de todo o mundo.” (AROCA; SILVA, 2011, p.2), acompanham este tipo de visão a respeito dos efeitos que temas da Astronomia podem causar nas pessoas em geral. Foi possível encontrar estas características em cerca de 7 autores (AROCA; SILVA, 2011; BERNARDES, 2011; CATELLI et al., 2009; FARES et al., 2004; GAMA; HENRIQUE, 2010; LEITE; HOSOUME, 2007; NEVES; PEREIRA, 2007).

Catelli et al. (2009), Dias e Rita (2008) e Scarinci e Pacca (2006), Aroca e Silva (2011), Henrique, Andrade e L´astorina (2010) e Puzzo, Trevisan e Latari (2004) afirmam que a Astronomia tem a capacidade de despertar esses tipos de sentimentos em todo o tipo de pessoa, desde crianças, a jovens e adultos, tanto no Brasil como em outros países.

Já Bernardes, Iachel e Scalvi (2008), Castro e Teixeira (2005), Catelli et al. (2009), Gomide e Longhini (2011), Henrique, Andrade e L´astorina (2010), Iachel et al. (2009), Longhini e Mora (2010) e Pedrochi e Neves (2005) destacam que esses sentimentos aparecem frequentemente junto a alunos, de todos os níveis de ensino, bem como junto aos seus próprios professores.

Alguns destes autores (BARROSO; BORGIO, 2010; IACHEL et al., 2009; LANGHI; NARDI, 2004; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004; PUZZO et al., 2005), sugerem que essa pré-disposição das pessoas em geral, a se interessar por temas da Astronomia, pode ser um recurso a ser explorado por professores do ensino básico. Principalmente no planejamento do processo de ensino-aprendizagem dos alunos na disciplina de Ciências, na qual há uma variedade grande de temas, provindos de diversas áreas de conhecimento (Biologia, Química, Física, Ciências da Terra e etc).

Barroso e Borgio (2010), Langhi, 2009 e Puzzo; Trevisan; Latari, 2004, por sua vez, afirmam que o interesse pela Astronomia pode ser explorado por meio dos aspectos, inerentes a ela, relativos à observação do Universo, à busca de regularidades e padrões no funcionamento da natureza, e ao desenvolvimento de raciocínio científico, através da construção de modelos explicativos dos fenômenos observados. Cabe-nos aqui lembrar, entretanto, que algumas dessas características são compartilhadas por todas as Ciências (Física, Química, Biologia, por exemplo), não sendo, assim, especificidades da Astronomia.

Uma pesquisa, que poderia ser considerada diferenciada, é o trabalho de Klein et al. (2010), que se propõe a investigar, particularmente, as observações astronômicas, objetivando realizar uma busca por compreensão a respeito das razões pelas quais

elas despertam interesse no público em geral. A partir da análise de entrevistas, feitas junto a pessoas que participaram de uma atividade de observação do céu com telescópio, o grupo de pesquisadores buscou elementos que contribuíssem para uma análise a respeito de indagações tais como: por que a observação de Saturno, por meio de um telescópio, pode provocar surpresa e admiração em certas pessoas? Quais podem ser alguns sentidos (aqui entendidos como uma espécie de mistura entre razão, sentimentos e sensações) da observação astronômica para as pessoas em geral? Que elementos estariam na elaboração desses sentidos? Experiências particulares? Influências externas? Seria algo da própria natureza humana? Como resultado de seu trabalho, os pesquisadores propuseram doze categorias de análise (curiosidade de observar através do telescópio; curiosidade sobre o telescópio em si; localizando o astro; movimento da Terra; astro pequeno; astro rodando; sensação de realidade; sensação de pequenez; a influência dos astros; religiosidade; vontade de ver de novo; emoção), as quais eles procuraram articular, particularmente, a três dimensões daquilo que chamaram de “relação com o saber” (relação com o mundo; relação consigo mesmo; relação com o outro), conhecimento teórico fruto de estudos realizados previamente por eles.

lachel, Scalvi e Nardi (2009), apesar de não objetivarem uma investigação sobre os interesses dos professores com os quais realizaram um curso de formação continuada, obtiveram como um resultado que os professores que participaram do curso oferecido possuíam interesses por assuntos tais como cosmologia, o estudo de galáxias, buracos-negros, supernovas e nebulosas. Não fornecem detalhes sobre como tal interesse foi investigado. Mas tal informação fez com que os pesquisadores reavaliassem a estrutura final do curso, que inicialmente contemplaria apenas temas relacionados ao Sistema Solar.

Já Langhi e Nardi (2005), em sua pesquisa sobre as dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental, em relação ao ensino da Astronomia, apontam que foi possível verificar que, embora reconhecendo suas dificuldades com o ensino da Astronomia, a maioria deles expressou o seu gosto pelo tema, e lamentou suas limitadas capacidades para ensiná-lo, uma vez que não trabalharam com conteúdos de Astronomia em sua formação inicial. E

também demonstraram a aceitação e o interesse dos seus alunos em aprender este tema, já que muitos de seus conteúdos despertam sua curiosidade, principalmente devido a notícias da mídia, embora não se deva considerá-las como fonte fidedigna de conteúdos escolares, segundo os pesquisadores.

Excetuando-se, assim, o trabalho de Klein et al. (2010), não foram encontrados trabalhos que se propunham a construir investigações sobre quais são os reais interesses, de um determinado público, a respeito de elementos da Astronomia. O mais comum é o uso pelos autores dos elementos de encantamento e fascínio para justificar ou introduzir suas pesquisas.

### *2.2.2 Relevância sócio-histórico-cultural*

Outro aspecto significativamente presente em pesquisas, relativo à importância dada para o ensino de Astronomia, diz respeito à relevância sócio-histórica-cultural que diversos pesquisadores consideram que ela possui.

Vários justificam o ensino de Astronomia baseados na importância e influência histórica dessa ciência para a evolução das civilizações ao longo do tempo. Segundo eles, algumas das principais conseqüências, descritas pelos pesquisadores, que o desenvolvimento da Astronomia veio a trazer, no decorrer dos séculos, são:

- a possibilidade de se realizar registros da passagem do tempo (FARES et al., 2004; FARIA; VOELZK, 2008; LONGHINI, 2009; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004);
- o estabelecimento de vínculos entre determinadas datas de importância social, política, religiosa e/ou cultural, a fenômenos celestes (FARES et al., 2004; FARIA; VOELZK, 2008; IACHEL; SCALVI; NARDI, 2009; LATTARI; TREVISAN, 1999);

- tendo o ser humano deixado de ser nômade, com o conhecimento astronômico tornou-se possível a determinação das épocas mais apropriadas de se realizar colheitas e plantios, caça e pesca (ou vice-versa) (FARES et al., 2004; AROCA; SILVA, 2011; FARIA; VOELZK, 2008; IACHEL; SCALVI; NARDI, 2009; LONGHINI, 2009; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004);

- com o advento das grandes locomoções, sobre a terra ou sobre o mar, o conhecimento do céu permitiu ao ser humano se orientar de forma segura e confiável (FARES et al., 2004; IACHEL; SCALVI; NARDI, 2009; LONGHINI, 2009; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004);

- a interdependência entre diversos fenômenos celestes, e suas interpretações, e vários elementos culturais de incontáveis povos, tais como os mitos e lendas (FARES et al., 2004; IACHEL; SCALVI; NARDI, 2009; LONGHINI, 2009; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007), crenças religiosas (FARES et al., 2004; LONGHINI, 2009; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007), filosofia, costumes e valores (FARES et al., 2004; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007);

- o advento de novas tecnologias, provindas de necessidades que a investigação de conhecimentos astronômicos proporciona, tais como o aprimoramento de técnicas de observação e de transmissão de registros escritos (FARES et al., 2004; LONGHINI, 2009; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004), e ainda de construção de dispositivos de utilidade variada (FARES et al., 2004; LONGHINI, 2009; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007).

Toda essa tradicional herança científica, construída socialmente através dos séculos, segundo todos esses pesquisadores supracitados, deveria ser considerada na educação e na formação das pessoas em geral.

### *2.2.3 Ampliação de visão de mundo e conscientização*

Dentro dessa mesma dimensão, alguns pesquisadores entendem ser importante que um indivíduo estude e aprenda sobre conhecimentos da Astronomia, por isso poder promover uma ampliação de sua visão de mundo, além, portanto, do seu entorno imediato (IACHEL; SCALVI; NARDI, 2009; LANGHI; NARDI, 2004; LEITE; HOSOUME, 2007; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004). E ainda consideram que tal ampliação de visão de mundo pode proporcionar uma maior conscientização a respeito de temas como cidadania, preservação ambiental e sustentabilidade, a partir, por exemplo, da compreensão e do estudo a respeito das características e propriedades que conduzem à unicidade do planeta Terra. Os PCN são muitas vezes citados, dentro dessa perspectiva, como, por exemplo, “A astronomia permite ao jovem refletir sobre sua presença e seu lugar na história do universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive”. (BRASIL, 2002, p.32 apud HENRIQUE; ANDRADE; L´ASTORINA, 2010, p.22).

Alguns pesquisadores também apresentam a ideia de que a Astronomia pode instigar a imaginação, e inspirar reflexões e questionamentos a respeito do funcionamento da Natureza, e das relações entre ela e o ser humano. Nesta perspectiva, é possível encontrar ideias como “Olhar para o céu, simplesmente é apenas uma forma de ver um livro fechado. Olhar para o céu com questionamentos, surgidos a partir desse contato com a Astronomia, é a chave para abrir esse livro da natureza. O universo é um laboratório que deve ser explorado com a nossa inteligência” (TREVISAN; LATTARI, 2000, p.2) e “No que se refere à Astronomia, os conhecimentos adquiridos, por exemplo, nos últimos cinquenta anos por conta das missões espaciais, ampliaram nossa visão sobre o Universo quanto à sua origem, evolução e formação.” (LONGHINI; MENEZES, 2010, p.434). Os principais autores alinhados com tal perspectiva são Gomide e Longhini (2011), Henrique, Andrade e L´Astorina (2010), Longhini e Menezes (2010), Neves e Pereira (2007), Scarinci e Pacca (2006), Trevisan e Lattari (2000).

Langhi (2009) e Puzzo, Trevisan e Latari (2004), ainda apontam que abordagens que contemplem temas da Astronomia, podem proporcionar oportunidades de os

alunos virem a desenvolver trabalhos que lhes dêem uma perspectiva do que é e como se faz ciência - o que é uma metodologia de pesquisa, qual a importância das precisões de medidas, a necessidade da elaboração de registros e de relatórios, a possibilidade de comunicação com outros pesquisadores em instituições e órgãos especializados -, por meio da coleta de dados de fenômenos naturais relativamente acessíveis, tais como, por exemplo, um eclipse (LANGHI, 2009). Naturalmente, vale ressaltarmos que isso pode ser feito com abordagens que contemplem temas de outras ciências, e que, portanto, a Astronomia constitui uma alternativa também possível, nesse sentido.

#### *2.2.4 Interdisciplinaridade*

Outro aspecto, fortemente destacado em várias das pesquisas analisadas, diz respeito à capacidade que a Astronomia teria de se relacionar com outras áreas do conhecimento humano, aquilo que se poderia chamar de interdisciplinaridade da Astronomia.

Vários pesquisadores sugerem que a Astronomia possuiria uma facilidade diferenciada em interagir com praticamente todas as disciplinas, o que constituiria um grande potencial educativo (AROCA; SILVA, 2011; LANGHI, 2009; TREVISAN; LATTARI, 2000), podendo-se utilizar como exemplo um trecho do trabalho de Langhi (2009, p.19) “o alto grau de interdisciplinaridade da astronomia é uma qualidade singular que poderia ser aproveitada beneficentemente em sala de aula como um instrumento de conexão entre as diferentes ciências que nela confluem”.

Vários também argumentam que a Astronomia está presente nas chamadas ciências naturais e nas ciências sociais (COMPIANI, 2010; LANGHI, 2009; LANGHI; NARDI, 2004; TREVISAN; LATTARI, 2000; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004), nas artes, na música e na literatura (DIAS; RITA, 2008; LANGHI, 2009; LANGHI; NARDI, 2004; LATTARI; TREVISAN, 1999).

Muitos apontam ainda que, no âmbito da estrutura curricular das escolas de ensino básico, a Astronomia poderia ser inserida junto às aulas de Física e Biologia (BERNARDES; GIACOMINI, 2010; DIAS; RITA, 2008; LANGHI, 2009; LANGHI; NARDI, 2004; LATTARI et al., 2005), Química e Matemática (BERNARDES; GIACOMINI, 2010; LANGHI, 2009; LANGHI; NARDI, 2004), História, Geografia e Artes (DIAS; RITA, 2008; LANGHI, 2009), Língua Portuguesa e ainda outros temas relacionáveis à Astronomia, tais como poesia, psicologia, meio ambiente, arqueologia, geologia, mídia, e sociologia (LANGHI, 2009; LANGHI; NARDI, 2004).

Afirmam, ainda, que abordagens que contemplem temas da Astronomia poderiam proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento (DIAS; RITA, 2008; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004;), desenvolver habilidades fundamentais para o aprendizado de outras disciplinas (BERNARDES; GIACOMINI, 2010; LANGHI; NARDI, 2004), além de possivelmente motivar e estimular o interesse por Ciências em geral (BERNARDES; GIACOMINI, 2010; COMPIANI, 2010; LANGHI; NARDI, 2004; PUZZO; TREVISAN; LATTARI, 2004), em qualquer nível de ensino (BERNARDES; GIACOMINI, 2010; LANGHI; NARDI, 2004), preferencialmente nas mais iniciais (BERNARDES; GIACOMINI, 2010; LANGHI, 2009). Como exemplo, pode-se citar Langhi (2009, p.19) quando coloca que “Há que se considerar a facilidade da astronomia em interagir com praticamente todas as disciplinas, fazendo dela uma matéria claramente interdisciplinar”.

Langhi (2009), em seu trabalho investigativo sobre a interdisciplinaridade durante um Eclipse Lunar Total, tece diversos argumentos explicando como a proposição de atividades sobre os eclipses permite uma série de desdobramentos sobre o estudo da Terra e de sua atmosfera. Cita, por exemplo, que as características da sombra da Terra, projetada na Lua, possuem íntima relação e dependência com a atmosfera terrestre e, indiretamente, com a estrutura interna do planeta, já que, por exemplo, vulcões expõem substâncias que afetam a composição química e o comportamento físico da atmosfera.

De todas as áreas do conhecimento, a Física é talvez a mais citada nas pesquisas como detentora de interfaces com a Astronomia. Há pesquisadores que inclusive

mostram entender ser a Astronomia um ramo da Física. Bernardes (2011) cita discurso do astrônomo Augusto Daminieli, o qual sugere que, no Ensino Médio, “é possível usar o céu como um vasto conjunto de laboratórios de física: de cinemática e dinâmica, de termodinâmica, de física nuclear, e de relatividade”<sup>2</sup>. Argumenta ainda que a Astronomia poderia contribuir, como estímulo ao interesse e ao aprendizado particularmente de Física, por parte dos alunos do Ensino Médio, argumento esse compartilhado por Mota, Bonomini e Rosado (2009) e Longhini e Mora (2010). É necessário destacar, entretanto, que nenhum desses pesquisadores elaboram tal argumento, apresentado-o sem explicar de fato de que maneira a Astronomia pode estimular o interesse e o aprendizado de Física. Vertchenko e Silveira (2010), finalmente, apontam que uma vantagem de se abordar tópicos de Astronomia e de Astrofísica, particularmente na formação de profissionais de Física, é de proporcionar uma freqüente integração de conteúdos fascinantes, em suas opiniões. Tomam como exemplo o ensino da Ótica associada ao ensino da Astronomia, articulando conteúdos relacionados à ótica de telescópios, magnitude de astros, e demais parâmetros físicos dos objetos celestes passíveis de observação, via telescópio.

Um último trabalho que é importante ser destacado é o de Gama e Henrique (2010). Nele apresentam um ensaio - nome dado pelos próprios pesquisadores - em que se propõem justamente a discutir a importância do ensino de Astronomia nas salas de aula. Os autores sugerem que a Astronomia não deve ser vista como apenas um conjunto de conteúdos a serem ensinados, mas sim que deve figurar como um conjunto de temas motivadores para discussões histórico-filosóficas, bem como alvo de possíveis problematizações, e ainda como um alicerce de abordagens que envolvam conceitos de outras disciplinas. Ressaltam ainda a importância histórica da Astronomia na evolução da espécie humana, salientando relações entre o advento da Astronomia e algumas das necessidades inerentes ao ser humano, tais como a busca por prazeres e vislumbres, por satisfação de curiosidades e também por sondar aquilo que ele desconhece. Finalmente, destacam o impacto histórico-científico que a Astronomia possui no que diz respeito à epistemologia das Ciências, por figurar com papel de destaque em diversos marcos fundamentais dos avanços

---

<sup>2</sup> Afirmação também presente no site da web do Ano Internacional da Astronomia no Brasil <http://www.astronomia2009.org.br/>.

científicos ao longo de toda a história da raça humana, particularmente no decorrer dos últimos séculos. Apesar da relevância e importância das discussões promovidas no artigo, não se pode deixar de ressaltar que ele se trata de um ensaio sobre o tema, e as afirmações apresentadas não se caracterizam como uma pesquisa.

### *2.2.5 Algumas considerações*

De forma resumida, finalmente, pode-se afirmar que as principais razões e justificativas encontradas para o ensino de Astronomia, junto às pesquisas analisadas, foram as seguintes:

- os temas astronômicos possuiriam a característica de despertar atenção, interesse e curiosidade, junto a vários tipos de público, desde crianças, a jovens e adultos, mas em especial em alunos e mesmo em professores. E que tal característica poderia ser um recurso usado por professores no planejamento do processo de ensino-aprendizagem de seus alunos;
- a relevância sócio-histórico-cultural da Astronomia, e suas contribuições para a evolução das civilizações ao longo do tempo;
- a possibilidade que os conhecimentos de Astronomia têm de promover uma ampliação de visão de mundo do estudante, e uma maior conscientização a respeito da unicidade do planeta Terra;
- a capacidade diferenciada que a Astronomia teria de se relacionar com outras áreas do conhecimento humano, a chamada interdisciplinaridade da Astronomia;

O estudo que permitiu a construção do levantamento desses quatro itens foi realizado por meio de intensas leituras. Mas graças a elas, ainda, algumas percepções fizeram-se aparecer, e julgamos relevante apresentá-las.

Uma primeira percepção foi a de que os pesquisadores, em geral, não tomam como objetivos de suas pesquisas investigar, questionar, comprovar ou refutar a importância e as justificativas, que apresentam, de se ensinar Astronomia e se pesquisar o Ensino de Astronomia.

Outra percepção é a existência da espécie de um mecanismo cíclico, que se constrói na medida em que alguns pesquisadores até procuram se apoiar na importância e nas justificativas apresentadas por outros pesquisadores, mas o fazem sem apontar que elas não são propriamente resultados dessas outras pesquisas.

Muito embora as justificativas e a importância dadas à Astronomia apareçam nos artigos analisados como uma espécie de “senso comum do ato de se ensinar e divulgar Astronomia”, que provém, em geral, de experiências próprias, do pesquisador, como professor ou divulgador de Astronomia, pode-se considerar que estes tenham, talvez, fundamento nas várias leituras entre pares. Dessa forma, parece existir, assim, uma fundamentação baseada na prática, que não pode ser desconsiderada.

Chama a atenção, ainda, o fato de que, no universo de pesquisas analisadas, não se encontram pesquisas que se proponham a investigar se realmente há algum tipo de interesse nato por temas da Astronomia, tal como afirmam as diversas pesquisas apresentadas. Acreditamos que tais considerações possam sugerir a possibilidade de que, talvez, seja oportuno que novas pesquisas se proponham a investigar questões tais como: seria esse interesse de fato real? Todos esses sentimentos que os pesquisadores afirmam serem despertados pela Astronomia, também não o são por outras ciências, tais como a Física, a Química e a Biologia? No que a Astronomia realmente se diferenciaria das demais ciências? Caso se identifique realmente haver grupos de pessoas para as quais a Astronomia produz tais efeitos, que características comuns possuem essas pessoas?

Sobre o caráter interdisciplinar da Astronomia, que também é frequentemente apontado como uma justificativa para o seu ensino, particularmente e principalmente nas aulas da disciplina de Ciências, percebe-se que, em geral, os pesquisadores não constroem esclarecimentos sobre o que exatamente constitui esse caráter interdisciplinar da Astronomia, sem explicar de que maneira a Astronomia pode, por exemplo, estimular o interesse e aprendizado de outras ciências. Não são, em geral, seus objetos de pesquisa construir tais explicações, o que novamente os eximem de

terem de apresentar tais informações como resultados de pesquisa. Mas acabam, na maioria das vezes, por apresentar tais ideias de forma superficial.

### **2.3 A importância e as justificativas para se pesquisar o ensino de Astronomia**

Neste item, pretende-se apresentar as informações sobre a relevância e sobre as razões para se pesquisar o ensino de Astronomia, apontadas pelo próprio conjunto de pesquisas da área analisadas.

É importante esclarecer que o alvo de análise aqui não são propriamente os temas de pesquisa da área, tampouco os resultados de pesquisa obtidos nesses trabalhos. Mas sim quais as razões e justificativas, apresentadas pelos pesquisadores, para realizarem esses trabalhos. Basicamente, o alvo de análise reside na busca dos elementos, trazidos pelos autores em seus textos, que de alguma forma ajudem a responder à questão: “Segundo os pesquisadores, por que é importante realizar uma pesquisa em ensino de Astronomia, tal qual esta que estão apresentando?”. No entanto, como será mostrado a seguir, temas e resultados de pesquisa de outros trabalhos, anteriores aos analisados, também acabam por figurar como algumas das principais justificativas para se realizarem essas novas pesquisas na área.

#### *2.3.1 A presença da Astronomia em currículos e documentos oficiais para o ensino básico*

Primeiramente, muitas pesquisas justificam a realização de uma investigação ligada a temas da Astronomia, a partir do fato de que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) promovem diversas recomendações relacionadas diretamente ao estudo da Astronomia, particularmente junto às disciplinas de Ciências, para o Ensino Fundamental, e de Física, para o Ensino Médio. (AROCA; SILVA, 2011; BARROSO; BORGIO, 2010; BERNARDES, 2011; DIAS; RITA, 2008; FARIA; VOELZK, 2008; GOMIDE; LONGHINI, 2011; HENRIQUE; ANDRADE; L´ASTORINA,

2010; IACHEL; LANGHI; SCALVI, 2008; LANGHI, 2009; LANGHI, NARDI, 2005; LEITE; HOSOUME, 2007; NEVES; PEREIRA, 2007; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007; SILVEIRA; SOUSA; MOREIRA, 2011). Tais recomendações favorecem a utilização de temas da Astronomia no ensino básico e, como consequência, promovem um aumento da necessidade de se pesquisar, mais especificamente, o ensino da Astronomia.

Mas os PCN não são os únicos documentos oficiais a contribuírem como apoio às pesquisas em ensino de Astronomia.

Para o Ensino Médio, embora em menor número de citações pelos pesquisadores, há indicações a respeito do ensino de Astronomia nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, junto à disciplina de Física. Há a sugestão de trabalhos com o tema Universo, Terra e Vida, que visam mostrar a ciência como um conhecimento que colabora para sua compreensão do mundo e suas transformações, objetivando que os alunos se reconheçam como parte do Universo. Ainda é indicado que o estudo da Gravitação constitui uma oportunidade para se discutir temas da Astronomia (BERNARDES, 2011; BERNARDES; GIACOMINI, 2010; GOMIDE; LONGHINI, 2011).

E até mesmo o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil contempla algumas sugestões e indicações relacionadas a temas da Astronomia. Em seu 3º volume, intitulado “Conhecimento de Mundo”, na sugestão sobre o estudo dos Fenômenos da Natureza, perguntas motivadores tais como “Por que as sombras dos objetos mudam de lugar ao longo do dia?”, “Por que o sol não cai do céu?”, “Para onde ele vai durante a noite?”, ou “Por que a lua às vezes aparece de dia?” são formas de abordagem de conteúdo que contemplam temas da Astronomia e usados por alguns pesquisadores em suas justificativas (GOMIDE; LONGHINI, 2011).

Langhi e Nardi (2005) e Aroca e Silva (2011) apontam, também, que vários países possuem significativa quantidade de conceitos e conhecimentos astronômicos como parte integrante do currículo de ciências. Sendo assim, a Astronomia seria um tema

que se poderia dizer considerado como necessário para a formação das crianças e jovens de outras partes do mundo, além do Brasil.

Em nosso país, Trevisan e Latari (2000), Barroso e Borgo, (2010), Oliveira, Voelzke e Amaral (2007), Scarinci e Pacca (2006), Morett e Souza (2010) e Langhi e Nardi (2009) indicam ser importante a pesquisa em ensino de Astronomia, pelo fato de que em diversos estados brasileiros, há propostas curriculares para as escolas públicas que sugerem o aprendizado de temas relacionados à Astronomia, tanto para crianças quanto para jovens. Bretones e Compiani (2010) afirmam, inclusive, baseados em resultados de suas pesquisas, que “os conteúdos de Astronomia há muito tempo estão presentes, de alguma maneira, nos programas oficiais ou nos livros didáticos, ao longo das reformas curriculares no Brasil” (2010, p.174).

É afirmado por pesquisadores, ainda, que no ensino fundamental, as disciplinas de Ciências (MORETT; SOUZA, 2010; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007) e Geografia (SCARINCI; PACCA, 2006; OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007) tendem, atualmente, a concentrar os tópicos de Astronomia, enquanto que no ensino médio principalmente a disciplina de Física (OLIVEIRA; VOELZKE; AMARAL, 2007). No entanto, nenhum desses trabalhos apresenta tais dados como sendo resultado de algum trabalho de pesquisa anterior. São dados, assim, assumidos como tácitos.

Naturalmente, como apontam Dias e Rita (2008), Iachel et al. (2009) e Langhi e Nardi (2009), a Astronomia estar presente nas propostas curriculares não implica, necessariamente, que ela esteja presente no currículo prático, ou seja, dentro daquilo que se propõe a ensinar de fato nas salas de aula.

### *2.3.2 A formação de professores em ensino de Astronomia*

A questão anterior, a respeito da presença da Astronomia em Currículos e Documentos Oficiais tem vários desdobramentos de temas de pesquisa na área de ensino de Astronomia. Mas um tema central de pesquisa, que justifica a produção de

diversas delas, diz respeito à formação inicial dos professores que serão encarregados de ministrar os conteúdos de Astronomia no ensino básico.

Em geral, os currículos de curso de nível superior, em diferentes universidades do país, não contemplam tais conteúdos. Langhi e Nardi (2009) apontam que mesmo os cursos de graduação, nos quais, segundo eles, deveria se considerar conteúdos de Astronomia - tal como cursos de Física, por exemplo -, são inexistentes disciplinas obrigatórias, havendo, em alguns casos, apenas uma disciplina optativa. Naturalmente, essas circunstâncias têm, como uma implicação, o fato de muitos professores possuírem pouca ou nenhuma familiaridade com temas da Astronomia ainda que estes temas sejam indicados pelos PCN (LANGHI; NARDI, 2009; LEITE; HOSOUME, 2007; AROCA; SILVA, 2011; HENRIQUE; ANDRADE; L´ASTORINA, 2010; GOMIDE; LONGHINI, 2011).

Segundo Iachel et al. (2009), falta à formação dos professores conhecimentos a respeito não só do saber - quais são os conhecimentos da Astronomia -, mas também do saber fazer - como se produzem os conhecimentos da Astronomia - e, principalmente, do saber ensinar - como podem ser ensinados os conhecimentos da Astronomia -. E de acordo com Silveira, Sousa e Moreira (2011), e com Langhi e Nardi (2009), diversas pesquisas têm indicado, como resultados desses problemas sobre a formação inicial dos professores do ensino básico, que estes acabam por enfrentar dificuldades em ensinar, e mesmo em (re)aprender, conteúdos de Astronomia, bem como em criar condições para que os estudantes venham a desenvolver uma aprendizagem significativa de temas desse gênero. O que acaba por resultar numa fragilidade conceitual desses alunos, ao longo das séries subsequentes.

Barbosa-Lima (2010) e Langhi (2009) acrescentam, ainda, que o problema se estende para todos os níveis do ensino básico, inclusive o ensino fundamental I. E Langhi e Nardi (2009) lembram, também, que o docente dos anos iniciais do ensino fundamental geralmente é graduado em Pedagogia, e o de 5ª a 8ª geralmente em Ciências Biológicas. E que como a maioria dos conceitos fundamentais de Astronomia acaba por não ser estudada, particularmente nesses cursos de

formação, muitos professores ou apresentam dificuldades ao ensinar conceitos básicos de fenômenos relacionados à Astronomia, ou mesmo optam por não lecionar sobre conteúdos desse tema.

Neste ponto, vale ressaltar que Marrone e Trevisan (2009) defendem uma visão interessante, a respeito de uma justificativa para se pesquisar o Ensino de Astronomia. Em sua opinião, a realização de pesquisas sobre o Ensino de Astronomia e, principalmente, a subsequente disponibilização dos resultados dessas pesquisas na forma de artigos gratuitos e de fácil acesso, por meio da Internet, pode servir diretamente como uma forma de produção de recursos didáticos, que viriam a contribuir para o aprimoramento da formação dos professores do ensino básico.

Já Bretones e Compiani (2010) apontam, como resultado de suas pesquisas, que os cursos superiores no Brasil acabam por oferecer raras oportunidades para que os professores tenham formação inicial para lecionar conteúdos de Astronomia, pelo fato de a legislação da formação de professores não contemplar uma determinação específica referente aos conteúdos de Astronomia. E esta é a justificativa que eles apresentam para que se busquem, por meio de pesquisas, estratégias para a implantação de cursos de formação continuada de professores, em ensino de Astronomia. Cursos esses, segundo Aroca e Silva (2011), ainda existentes num número reduzido, insuficiente para atender às demandas vigentes da área.

Dentro desta mesma linha, Langhi e Nardi (2005) salientam a importância de pesquisas que venham a contribuir para a busca de subsídios à elaboração de programas de educação continuada. Segundo os pesquisadores, por meio de pesquisas que visem: caracterizar as dificuldades dos professores; investigar o que de fato um professor precisa saber, e saber fazer, em sua atuação com os estudantes, dentro do contexto onde se está inserido; indagar diretamente aos professores suas opiniões e inquietações, além de levantar quais são as lacunas deixadas durante sua formação; pode-se então promover a construção de uma base de informações, que sirva para que os cursos de formação continuada possam atender às necessidades do docente em atuação, permitindo assim uma inserção adequada e contextualizada de conteúdos de Astronomia na sua formação. Em pesquisa mais recente, Langhi e Nardi (2009) fazem ainda um alerta, apresentando

uma crítica quanto à forma como programas de educação continuada têm sido conduzidos, tratando as temáticas da Astronomia apenas em abordagens centradas em conteúdos específicos, deixando muitas vezes de tratar questões conceituais e metodológicas, envolvidas no processo de ensino e aprendizagem. Além, ainda, de não promoverem, por exemplo, atividades externas à sala de aula, recurso importante, particularmente, para o entendimento de questões ligadas aos temas da Astronomia.

### *2.3.3 As concepções alternativas sobre temas e conteúdos da Astronomia*

Ainda duas possíveis conseqüências, provindas das deficiências na formação inicial observada em professores do ensino básico, a respeito de conteúdos da Astronomia, segundo apontam diversas pesquisas, são: a existência de concepções alternativas sobre vários conceitos da Astronomia, por parte desses professores; a propagação de algumas dessas concepções alternativas dos professores junto aos estudantes para os quais eles lecionam (IACHEL; SCALVI; NARDI, 2009; LANGHI, 2009; BARROSO; BORGIO, 2010; BARBOSA-LIMA, 2010). Em conjunto, ambas as conseqüências configurariam, ainda, um ciclo vicioso: o futuro professor traz de sua formação básica concepções alternativas, as quais não são alteradas até ele completar a sua trajetória formativa; e daí algumas dessas concepções acabam por ser disseminadas por esse professor, durante o exercício de sua profissão, junto a crianças e jovens, dentre as quais se encontram alguns futuros professores do ensino básico (IACHEL; LANGHI; SCALVI, 2008; AROCA; SILVA, 2011; GANGUI; IGLESIAS; QUINTEROS, 2010; LANGHI; NARDI, 2009).

Como resultado das muitas investigações da área de ensino de Astronomia, já realizadas, mas ainda sendo produzidas atualmente, algumas das principais concepções alternativas identificadas, junto aos professores do ensino básico, estão relacionadas: à forma esférica da Terra e ao posicionamento dos seres humanos em sua superfície (PINTO; FONSECA; VIANNA, 2007; BARBOSA-LIMA, 2010; LANGHI, 2009; LEITE; HOSOUME, 2007); à causa das estações do ano não estar vinculada à variação da distância Terra-Sol (PINTO; FONSECA; VIANNA, 2007; LANGHI, 2009;

LANGHI, NARDI, 2005; LEITE; HOSOUME, 2007); à confusão entre os conceitos sobre o fenômeno das fases da lua e os conceitos sobre os fenômenos de eclipses lunares e solares (SARAIVA; SILVEIRA; STEFFANI, 2011; LANGHI, 2009; LANGHI, NARDI, 2005; IACHEL; LANGHI; SCALVI, 2008; SARAIVA et al., 2007; LEITE; HOSOUME, 2007); ao ciclo de dia e noite, e à persistência de uma visão geocêntrica do Universo (LANGHI, 2009; LANGHI, NARDI, 2005; LEITE; HOSOUME, 2007); à crença de que só há a presença da força gravitacional em locais onde existe ar ou algum tipo de atmosfera (LANGHI, NARDI, 2005; LANGHI, 2009; LEITE; HOSOUME, 2007); à existência de estrelas entre os planetas do Sistema Solar (LANGHI, NARDI, 2005; LEITE; HOSOUME, 2007).

E junto aos estudantes do ensino básico, algumas das principais concepções alternativas, identificadas pelas pesquisas, estão relacionadas: à forma esférica da Terra e ao posicionamento dos seres humanos em sua superfície (SCARINCI; PACCA, 2006; BARBOSA-LIMA, 2010; LANGHI, 2009); à não caracterização do Sol como uma estrela, ou à caracterização como uma estrela muito maior e muito mais quente do que todas as outras (SCARINCI; PACCA, 2006; SILVEIRA; SOUSA; MOREIRA, 2011); à causa das estações do ano não estar vinculada à variação da distância Terra-Sol (LANGHI, NARDI, 2005; LANGHI, 2009); à confusão entre os conceitos sobre o fenômeno de formação das fases da lua e os conceitos sobre os fenômenos de eclipses lunares e solares (SARAIVA; SILVEIRA; STEFFANI, 2011; LANGHI, 2009; IACHEL; LANGHI; SCALVI, 2008; LANGHI, NARDI, 2005); à crença de que só há a presença da força gravitacional em locais onde existe ar ou algum tipo de atmosfera (LANGHI, NARDI, 2005; LANGHI, 2009); ao ciclo de dia e noite, e à persistência de uma visão geocêntrica do Universo (LANGHI, 2009; LANGHI, NARDI, 2005); à existência de estrelas entre os planetas do Sistema Solar (LANGHI, NARDI, 2005).

#### *2.3.4 Erros conceituais de Astronomia em livros didáticos*

Ligado à questão sobre concepções alternativas a respeito de temas da Astronomia, outro tema de investigação muito presente em diversas pesquisas, tanto nas mais

40

antigas quanto nas mais recentes, se refere à presença de erros conceituais em livros didáticos, os quais corroborariam fortemente para a existência, a manutenção e a modelagem do perfil dessas concepções alternativas, tanto junto aos alunos do ensino básico, quanto junto aos seus professores (LANGHI, NARDI, 2005; LANGHI; NARDI, 2007).

Alguns dos principais erros conceituais presentes nos livros didáticos, apontados pelas pesquisas, relacionam-se a temas tais como: estações do ano, fases da Lua, representação de constelações e órbitas dos planetas (IACHEL et al., 2009; LANGHI, NARDI, 2005; LANGHI, NARDI, 2007), pontos cardeais, movimentos e inclinação da Terra, estrelas entre órbitas planetárias, dimensões dos astros no Sistema Solar, características planetárias, número de satélites e anéis em alguns planetas, cometas, aspectos históricos e filosóficos relacionados à Astronomia e ausência de incentivo à prática observacional astronômica (LANGHI, NARDI, 2005; LANGHI, NARDI, 2007).

Scarinci e Pacca (2006) afirmam, ainda, serem os livros didáticos pouco esclarecedores e confusos, no que diz respeito aos temas da Astronomia, principalmente para alunos, que ainda não têm condições de discernimento suficiente que lhes forneça a capacidade de deter um olhar crítico sobre os livros. Henrique, Andrade e L'Astorina (2010) apontam para as distorções e a não confiabilidade apresentadas nos livros, particularmente a respeito de temas da história da Astronomia. E Leite e Hosoume (2007), e Aroca e Silva (2011), indicam que os livros didáticos que apresentam conteúdos da Astronomia, apresentam-nos fragmentados e pouco profundos, quando não errôneos, e, ainda, numa quantidade insuficiente para a explicação de muitas questões divulgadas pelos meios de comunicação.

Dois dos principais agravantes, apontados por várias pesquisas, a respeito desta questão sobre a presença de erros conceituais em livros didáticos, constituem em: o livro didático ser, muitas vezes, a única fonte de consulta utilizada pelo professor do ensino básico para o planejamento de suas atividades (LANGHI; NARDI, 2007; AROCA; SILVA, 2011; LEITE; HOSOUME, 2007); a persistência de erros

conceituais em livros didáticos publicados mais recentemente, mesmo após as avaliações promovidas pelo Ministério da Educação (MEC), por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) (LANGHI; NARDI, 2005; AROCA; SILVA, 2011; LANGHI; NARDI, 2007).

### *2.3.5 Abstração e visão espacial na compreensão de conceitos e fenômenos astronômicos*

Um último tema que vem a justificar a produção de pesquisas, na área de ensino de Astronomia, é a necessidade de abstração e de visão espacial na compreensão de conceitos e de fenômenos astronômicos. Leite e Hosoume (2007) apontam que uma das questões fundamentais para sua pesquisa foi “a constatação de que a compreensão de conteúdos da Astronomia exige conhecimentos espaciais, isto é, o estabelecimento de relações no espaço tridimensional, seja em termos de profundidade, seja em termos de distâncias e tamanhos relativos” (2007, p.49). Barroso e Borgo (2010) sugerem ainda que a necessidade de um alto grau de abstração e de visão espacial, para a compreensão dos modelos que descrevem diversos dos fenômenos astronômicos, é uma das razões para a existência de dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem de conteúdos de Astronomia, por parte tanto de alunos como de professores.

Leite e Hosoume (2007) comentam que algumas pesquisas apontam para a inexistência da terceira dimensão, por exemplo, na maioria dos universos concebidos por crianças. E afirmam que isto foi o que as motivou a direcionar sua investigação para “a análise do nível e da natureza da construção dessa terceira dimensão no/do espaço cosmológico, pelos professores de Ciências do ensino fundamental, responsáveis pelo ensino de Astronomia” (2007, p.49).

Outro dado que as pesquisadoras trazem é o de que as metodologias de pesquisa, particularmente de investigações sobre concepções alternativas de temas da Astronomia, são, em geral, fortemente carregadas do caráter da bidimensionalidade.

Ao serem feitas por meio, por exemplo, de questionários, representações de desenhos e entrevistas baseadas em perguntas e respostas, tais metodologias não exploram a tridimensionalidade “tanto do objeto quanto do espaço em que este está inserido” (2007, p.49). E a partir daí concluem que a forma de realização dessas pesquisas acaba por limitar os dados que podem vir a ser obtidos, pois aqueles que se obtém não permitem fazer inferências sobre determinados conhecimentos astronômicos, os quais são essencialmente espaciais e, portanto, de caráter tridimensional.

Barroso e Borgo (2010) defendem o desenvolvimento de pesquisas que se preocupem com o aperfeiçoamento de metodologias de ensino de temas da Astronomia, mas que trabalhem com modelos tridimensionais em movimento, ao invés de imagens bidimensionais e estáticas. Uma das justificativas para tal é a de que, segundo os autores, o estudo de fenômenos astronômicos por meio desses modelos tridimensionais em movimento, pode vir a contribuir para o desenvolvimento cognitivo de crianças e jovens, através, por exemplo, da construção de modelos mentais complexos, e da compreensão de fenômenos a partir de diferentes referenciais.

Na mesma direção, Compiani (2010) ressalta a importância de uma reflexão a respeito do que chama de um “reinado da linguagem ou de uma cultura escrita no contexto educacional” (2010, p.259). Afirma ser fundamental, por meio de pesquisas, a discussão e a busca de alternativas ao “reinado da escrita”, objetivando se encontrar novas potencialidades da cognição e do contexto escolar, visando principalmente um entrelaçamento entre linguagem visual e verbal. E aponta, sob esta perspectiva, que o ensino de Astronomia e a pesquisa do ensino de Astronomia podem trazer significativas contribuições, nesse sentido, dada a relevância da abstração, das narrativas históricas, dos raciocínios visuais e espaciais e do uso de analogias e modelos no aprendizado de boa parte dos temas da Astronomia.

### 2.3.6 Algumas considerações

De forma resumida, pode-se agora afirmar que as principais razões e justificativas encontradas para a pesquisa em ensino de Astronomia, junto às pesquisas analisadas, foram as seguintes:

- os PCN promovem diversas recomendações ligadas diretamente ao estudo da Astronomia, particularmente junto às disciplinas de Ciências, para o Ensino Fundamental, e de Física, para o Ensino Médio;
- a presença de temas da Astronomia de forma integrante em diversas propostas curriculares, existentes em vários estados brasileiros;
- a existência de deficiências na formação inicial de professores do ensino básico, no que diz respeito a temas da Astronomia;
- a existência de concepções alternativas sobre vários conceitos da Astronomia, tanto por parte de alunos do ensino básico, quanto por parte de seus próprios professores;
- a presença de erros conceituais sobre temas da Astronomia em livros didáticos do ensino básico;
- a necessidade de abstração e de visão espacial na compreensão de conceitos e de fenômenos astronômicos.

Como resultado desse levantamento, pode-se apontar que um estudo sobre as justificativas de pesquisa, utilizadas pelos pesquisadores da área, acaba por evidenciar quais são as principais preocupações da área de ensino de Astronomia.

Tais preocupações, no entanto, não podem ser investigadas de forma totalmente isolada. Fica claro notar, a partir das argumentações dos pesquisadores, que os problemas investigados por eles estão interligados entre si. Certamente há, por exemplo, relações entre a presença de conteúdos da Astronomia em currículos de estados brasileiros, e a presença explícita de temas da Astronomia nos PCN. E não se pode questionar a existências de um intricado ciclo vicioso, no qual as deficiências de formação inicial de professores, os erros conceituais em livros didáticos, e a dificuldade que a necessidade de abstração e de visão espacial

acarreta na compreensão de conceitos e fenômenos astronômicos, contribuindo fortemente para a disseminação e propagação de diversas concepções alternativas a respeito de temas da Astronomia, junto tanto a alunos quanto a professores do ensino básico.

Mas é muito interessante avaliar que todas as preocupações levantadas acima não são de exclusividade da área de ensino de Astronomia. Particularmente, a existência de deficiências na formação inicial de professores, de erros conceituais em livros didáticos, e de concepções alternativas tanto junto a alunos como junto a professores, e mesmo a necessidade de abstração e de visão espacial para a compreensão de certos fenômenos, constituem também, em maior ou menor grau, problemas de investigação de pesquisas na área de ensino de Ciências, ensino de Física, ensino de Química e de ensino de Biologia. Tais preocupações e problemas estão, assim, inseridos num contexto muito maior, o das preocupações e problemas que afligem o ensino básico das Ciências no Brasil. E talvez, por que não dizer, que afligem o ensino básico brasileiro como um todo?

### 3. A ASTRONOMIA NOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

*Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações freqüentemente presentes entre os alunos. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita se situar na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, e as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, e indagar sobre a origem do Universo ou sobre o mundo fascinante das estrelas e ainda sobre as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra.*

**PCN+ de Física**

Neste capítulo, é de interesse construir uma análise a respeito da presença dos conhecimentos da Astronomia nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

A principal justificativa, para esse empreendimento, reside na percepção de que houve uma significativa influência, dos PCN, sobre a produção do atual Currículo do Estado de São Paulo, que é o principal objeto de pesquisa desta dissertação.

Sobre essa influência, Matias e Leite (2011) afirmam, como resultado inicial de sua pesquisa sobre os cadernos da Nova Proposta Curricular - incorporada ao Currículo do Estado em 2010 -, que “além da divisão em séries, a Proposta Curricular também é dividida em eixos temáticos, assim como sugerem os Parâmetros Curriculares Nacionais” (p. 3), e ainda que é possível perceber que “nos cadernos de Ciências os conteúdos a serem ensinados estão na direção das sugestões do PCN” (p. 3).

Dias (2009), também numa análise sobre a Nova Proposta Curricular, argumenta que o lançamento dessa Nova Proposta, em 2008, se deu sob um panorama em que se destacam os PCN e os PCN+ como principais referências do sistema educacional brasileiro, juntamente das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e da Lei de Diretrizes e Bases (LDB). E reforçam que há uma consonância entre este material e

os PCNs, a qual pode ser percebida, por exemplo, “no fato da ênfase dada às competências a serem desenvolvidas” (p. 25).

De fato, essa influência dos PCN se encontram explícitas em diversos trechos do Currículo do Estado, dentre os quais, por exemplo, pode-se destacar:

Por que e para que aprender Física hoje?\*

\*Estas orientações tomam como base os Parâmetros Curriculares Nacionais de Física, mais especificamente o texto conhecido como PCN+. Partes daquele texto foram tomadas na íntegra, pois se acredita que as orientações aqui contidas colocam-se na mesma perspectiva de mudança na educação de Física do Ensino Médio lá iniciado. Essas orientações, assim como aqueles Parâmetros, buscam a aproximação entre o conhecimento físico e o mundo vivenciado pelos adolescentes no início deste século (SÃO PAULO, 2008, p. 41).

[...] No entanto, a transição da cultura do ensino para a da aprendizagem não é um processo individual. A escola deve fazê-lo coletivamente, tendo à frente seus gestores, que devem capacitar os professores em seu dia a dia, a fim de que todos se apropriem dessa mudança de foco. Cabe às instâncias responsáveis pela política educacional nos Estados e nos municípios elaborar, a partir das DCN e dos PCN, propostas curriculares próprias e específicas, para que as escolas, em sua Proposta Pedagógica, estabeleçam os planos de trabalho que, por sua vez, farão, das propostas, currículos em ação – como no presente esforço desta Secretaria. (SÃO PAULO, 2010, p.14)

Com os Parâmetros Curriculares Nacionais, algumas tendências anunciadas na Proposta Curricular do Estado de São Paulo são fortalecidas e retomadas na proposta ora apresentada. (SÃO PAULO, 2010, p.31)

Como reforço a essa percepção sobre a influência dos PCN na produção do Currículo do Estado, pode-se também direcionar a atenção para os nomes dos coordenadores e dos autores responsáveis pela elaboração, tanto dos PCN, como do Currículo do Estado de São Paulo, particularmente junto às disciplinas de Física para o Ensino Médio, e de Ciências para o Ensino Fundamental. Ao fazê-lo, encontram-se alguns nomes em comum em ambos os documentos, tais como os de Luis Carlos de Menezes, de Yassuko Hosoume e de Ghisleine Trigo Silveira. Aqui, vale destacar que Dias (2009) entrevistou dois desses idealizadores, Luis Carlos de Menezes, e Yassuko Housoume, além do também idealizador Maurício Pietrocola, e a influência dos PCN na produção do Currículo do Estado é abertamente afirmada pelos três entrevistados.

Uma segunda justificativa, para esse empreendimento, reside no nosso interesse em buscar uma maior compreensão a respeito do resultado, apresentado no capítulo 1,

de que muitas pesquisas justificam a realização de uma investigação ligada a temas da Astronomia, a partir do fato de que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) promovem diversas recomendações ligadas diretamente ao estudo da Astronomia, particularmente junto às disciplinas de Ciências, para o Ensino Fundamental, e de Física, para o Ensino Médio. Segundo tais pesquisas, essas recomendações dos PCN favorecem a utilização de temas da Astronomia no ensino básico e, como consequência, promovem um aumento da necessidade de se pesquisar, mais especificamente, o ensino da Astronomia. É de interesse, portanto, procurar um melhor entendimento a respeito de como os PCN levam a esse favorecimento à utilização de temas da Astronomia no ensino básico.

### **3.1 Os PCN**

No final da década de 90, foram publicados pelo Ministério da Educação (ME) os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Fundamental (EF) e para o Ensino Médio (EM), documentos que viriam a influenciar diretamente na educação de milhões de crianças e jovens do país, pois tiveram, como um dos grandes objetivos, balizar os critérios a serem adotados para a escolha de habilidades e competências a serem desenvolvidas, bem como de conteúdos a serem trabalhados, em currículos de todo o país, estabelecendo diretrizes gerais que deveriam servir de referência, assim, em todo o âmbito nacional.

Partindo de princípios estabelecidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), os PCN para o EF foram concebidos “para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão” (BRASIL, 1998, pg.32). Os PCN para o EM, por sua vez, estabeleceram um “novo perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção de nossos jovens na vida adulta” (BRASIL, 2000a, pg.4). Buscando ainda: dar um significado ao conhecimento escolar - por meio da contextualização -; evitar a compartimentalização - mediante a interdisciplinaridade -; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender, os PCN se propuseram a difundir “os

princípios da reforma curricular e a orientar o professor na busca de novas abordagens e metodologias” (BRASIL, 2000a, pg.4).

Com o intuito de complementar os PCN para o EM, já no início da década seguinte, um novo conjunto de documentos foi publicado pelo ME, os PCN+. Esses documentos,

sem pretensão normativa (...), explicitam a articulação entre as competências gerais, que se deseja promover, e os conhecimentos disciplinares, apresentando ainda um conjunto de sugestões de práticas educativas e de organização dos currículos que, coerente com tal articulação, estabelece temas estruturadores do ensino disciplinar nas várias áreas de conhecimento (BRASIL, 2002, p. 7).

Os PCN para o EF e o EM, e os PCN+, enfatizam a necessidade de estruturação do currículo escolar em termos do desenvolvimento de conjuntos de competências e habilidades por parte dos alunos. A promoção e a construção desses conjuntos devem ser “frutos de um contínuo processo que ocorre por meio de ações e intervenções concretas, no dia-a-dia da sala de aula, em atividades envolvendo diferentes assuntos, conhecimentos e informações” (BRASIL, 2002, p. 69).

### **3.2 Os PCN e a Astronomia**

A partir de um levantamento de temas e conteúdos, propostos pelos PCN, para todas as disciplinas do Ensino Básico, verificou-se que a Astronomia é contemplada na disciplina de Ciências, para o EF, e na disciplina de Física para o EM.

Para o EF, os PCN organizam as oito séries (atuais 2º a 9º anos do EF) em quatro ciclos de duas séries cada. Para a disciplina de Ciências, ao longo dos dois últimos ciclos (atuais 6º a 9º ano do Ensino Fundamental II, portanto), os PCN propõem quatro *eixos temáticos* para a organização dos conteúdos, a saber: “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade” e “Terra e Universo”;

“levando-se em conta conceitos, procedimentos e atitudes que compõem o ensino desses temas no Ensino Fundamental” (BRASIL, 1998, pg.15).

Por se tratar de um eixo temático dos PCN para Ciências nos 3º e 4º ciclos do EF, Terra e Universo tem um significativo espaço dedicado a ele: apenas de descrição direta desse eixo temático, somados os dois ciclos, são 16 páginas (12%) do total de 139, fora diversas menções, em vários parágrafos elaborados dentro de toda a construção do documento.

Para a disciplina de Física, por sua vez, os PCN+ apresentam uma possível forma para a organização das atividades escolares, privilegiando seis *temas estruturadores*, com abrangência para organizar todo o ensino de Física ao longo dos três anos do EM: “Movimentos: variações e conservações”; “Calor, ambiente e usos de energia”; “Som, imagem e informação”; “Equipamentos elétricos e telecomunicações”; “Matéria e radiação”; e “Universo, Terra e vida”.

Na descrição do tema estruturador Universo, Terra e vida, feita em cerca de uma página – as descrições dos demais temas possuem cerca de duas páginas cada um – há, dentre outras informações, a sugestão de divisão do tema em três unidades temáticas - “Terra e sistema solar”, “O Universo e sua origem” e “Compreensão humana do Universo”.

A partir desses conhecimentos levantados, e baseando-se em leitura exaustiva dos PCN para a disciplina de Ciências, e dos PCN e dos PCN+ para a disciplina de Física, foram selecionadas e organizadas todas as informações contidas nesses documentos, relacionadas à Astronomia.

E, a partir da leitura e organização dessas informações, foram criados dois conjuntos de categorias e subcategorias de análise, os quais permitiram a confecção de uma análise comparativa a respeito da presença da Astronomia, tanto nos PCN para o EF, quanto nos PCN e PCN+ para o EM.

Os conjuntos de categorias de análise 1) e 2), e suas respectivas categorias, são os seguintes:

### 1) *Características da Proposta de Ensino-Aprendizagem de Astronomia*

- a. Visão de aluno e sua relação com a aprendizagem de Astronomia: levantaram-se informações que indicam a visão de aluno defendida pelos PCN, relacionada ao aprendizado de Astronomia, destacando-se aí elementos sobre como ocorre o aprendizado de conceitos da Astronomia, quais interesses dos alunos relacionados a ela, bem como quais algumas das dificuldades e pré-concepções comumente observadas nos estudantes.
- b. Visão de ensino, e ações relacionadas a competências e habilidades a serem desenvolvidas dentro do tema da Astronomia: os PCN propõem uma de visão de ensino associada ao desenvolvimento de competências e habilidades por parte dos alunos. No que diz respeito à Astronomia, as ações relacionadas a tais competências e habilidades, sugeridas pelos PCN, foram reunidas em cinco agrupamentos, cujos itens foram considerados semelhantes e/ou análogos entre si.
- c. Propostas e estratégias didáticas, ligadas à Astronomia, e a atuação do professor: uma das propostas dos PCN é a de fornecer subsídios ao professor, para sua atuação em sala de aula. Esses subsídios foram agrupados em propostas e estratégias didáticas relacionadas à atuação do professor, aspectos a serem considerados pelo professor em sua atuação junto aos alunos, e atividades didáticas propostas para serem realizadas pelos alunos.

### 2) *Temas e Conteúdos de Astronomia*

- a. História, Epistemologia e Filosofia: conhecimentos sobre elementos da História da Astronomia (fatos, personagens, e épocas); das Epistemologias Internalista (como se desenvolvem hoje e se desenvolveram no passado conhecimentos da Astronomia) e Externalista da Astronomia (como o desenvolvimento de conhecimentos da Astronomia se relacionava e se relaciona com as sociedades e culturas humanas); e da Filosofia, que possuem alguma relação com os conhecimentos da Astronomia e os seus desenvolvimentos. Incluem-se assim informações sobre Copérnico, Galileu, Newton, e Kepler; as relações entre a sociedade europeia e a evolução do modelo geocêntrico de Universo para o heliocêntrico; etnoastronomia; relações entre constelações e culturas indígenas; divulgação de notícias de Astronomia nos meios de comunicação atuais na atualidade; etc.
- b. Astrometria e Observação da Esfera Celeste: conhecimentos a respeito da Observação Sistemática, da Descrição e do Registro Útil das posições, dos movimentos e das características visuais dos astros na

esfera celeste. Incluem-se informações sobre: orientação; pontos cardeais; calendários; constelações; astrofotografia; as variações de posição do Sol, da Lua e dos planetas, ao longo do tempo; etc.

- c. Sistema Terra-Lua-Sol: conhecimentos sobre os movimentos próprios e os movimentos relativos entre o Sol, a Terra e a Lua, devido à suas interações gravitacionais e às leis de conservação da Mecânica, e alguns dos fenômenos causados por esses movimentos e por características desses astros, tais como: ciclo de dia e noite; estações do ano; horário de verão; fases da Lua; eclipses; marés; etc.
- d. Sistema Solar: conhecimentos a respeito das características dos astros pertencentes ao Sistema Solar e de suas interações, e também sobre o modelo de Sistema Solar atualmente aceito pela ciência. Incluem-se informações sobre: gravitação e mecânica celeste; comparação entre características físicas dos astros do Sistema Solar; formação do Sistema Solar; etc.
- e. Astrofísica Estelar, Galáctica e Extragaláctica: conhecimentos sobre as características dos modelos físico-descritivos atualmente aceitos pela ciência para as estrelas, para a nossa Galáxia, e para as demais galáxias do Universo.
- f. Cosmologia: conhecimentos a respeito dos modelos atualmente e não-atualmente aceitos, por diferentes culturas, para a descrição e para o entendimento do funcionamento do Universo como um todo. Incluem-se informações sobre: descrições dos modelos geocêntrico e heliocêntrico de Universo; descrição atual de Universo, formado por grandes estruturas de galáxias em expansão, que se iniciou no Big Bang; etc.
- g. Planeta Terra: conhecimentos sobre as características e a sobre a evolução da estrutura do Planeta Terra e dos elementos que o compõe, tais como: forma, constituição das camadas, água, vulcões, poluição, efeito estufa e meio ambiente.
- h. Astrobiologia: conhecimentos a respeito da existência de vida fora do Planeta Terra, e a respeito das possíveis características comuns à vida existente nele.
- i. Astronáutica: conhecimentos sobre objetos artificiais, em órbita ao redor da Terra e dos astros do Sistema Solar, tais como: satélites, ônibus e estações espaciais, sondas e telescópios; bem como sobre os procedimentos necessários para a colocação desses objetos artificiais em órbita, e sobre as leis de movimento que regem esses processos.

### **3.3 Características da Proposta de Ensino-Aprendizagem de Astronomia**

#### *a) Visão de aluno e sua relação com a aprendizagem de Astronomia*

Na descrição que os PCN de Ciências para o EF fazem, para a proposta do eixo temático “Terra e Universo”, são expostos certos elementos que indicam uma visão de aluno defendida pelos PCN, relacionando-a particularmente a questões ligadas ao aprendizado da Astronomia. Além de se apontar para uma diversidade existente dentro do alunado brasileiro, são destacados mais especificamente três aspectos, a saber: como os alunos aprendem conceitos de Astronomia, e como evolui esse aprendizado; quais alguns dos principais interesses que os alunos possuem; e ainda quais algumas das principais dificuldades e pré-concepções, relacionadas à Astronomia, presentes nos alunos do EF.

Na descrição que os PCN e PCN+ de Física para o EM fazem, para a proposta do tema estruturador “Universo, Terra e Vida”, por sua vez, não são feitas considerações a respeito de características dos alunos. A não ser na menção sobre alguns dos possíveis interesses que estes possam ter, a respeito de temas da Astronomia.

Primeiramente, os PCN de Ciências para o EF apontam para a existência de uma diversidade entre os alunos, tanto a respeito de conhecimentos prévios, como com relação a diferenças sociais e culturais, as quais afirmam determinar diferentes necessidades de aprendizagem. Mas também indicam que há aquilo que é comum a todos, e que “um aluno de qualquer lugar do Brasil, do interior ou do litoral, de uma grande cidade ou da zona rural, deve ter o direito de aprender e esse direito deve ser garantido pelo Estado” (BRASIL, 1998, pg.49).

#### *a<sub>1</sub>) Como os alunos aprendem conceitos de Astronomia, e como evolui esse aprendizado*

Sobre a aprendizagem dos alunos, e sua relação com o conhecimento de Astronomia, os PCN de Ciências afirmam que este é resultado de um complexo

processo de construção, modificação e reorganização utilizado pelos alunos para assimilar e interpretar tais conteúdos. E aquilo que se pode ou não aprender, em cada etapa da vida escolar, depende dos avanços das formas de pensamento desenvolvidos pelos alunos, bem como dos conhecimentos construídos anteriormente e do novo ensino que se venha a receber.

Para o 3º ciclo do EF, por exemplo, os PCN apontam que os alunos, dentro de suas possibilidades de compreensão de espaço e de tempo, incrementam seus próprios modelos de Universo à medida que incorporam novos dados, informações e enfoques a respeito, tais como a identificação de estrelas e constelações no céu, e ainda o conhecimento da existência de planetas, satélites, meteoros, cometas, galáxias, buracos negros, por exemplo. Mas reforçam que diversas informações não deveriam ser aprofundadas, e deveriam ser, por isso, retomadas em níveis escolares mais avançados.

Para o 4º ciclo, os PCN sugerem que os alunos já devem possuir conhecimentos, e capacidade de raciocínio, sobre escalas maiores de tempo e de espaço, os quais lhes permitem percorrer mentalmente distâncias temporais que abarcam séculos e milênios, e permitem também visualizar a Terra como um todo, ou mesmo todo o Sistema Solar. O aluno nesse nível, assim, já deve possuir um modo de pensar mais adulto, sendo capaz de desenvolver pensamentos mais abstratos, bem como desenvolver agilidade na compreensão de explicações científicas. Como exemplos, os PCN sugerem que, além das referências de distância entre os corpos celestes conhecidos, que podem chegar até a ordem de grandeza da estrutura da Galáxia e a do Universo, já podem ser apresentados conceitos de força da gravidade, envolvidos nos movimentos da Terra e dos outros corpos celestes, mas desde que apenas de forma qualitativa.

#### *a2) Alguns dos principais interesses que os alunos possuem*

Um elemento presente ao longo de toda a proposta dos PCN, tanto para os 3º e 4º ciclos do EF, quanto para o EM, é o de interesse dos alunos por conhecimentos ligados de alguma forma à Astronomia. De uma forma geral, os PCN indicam que os

estudantes do ensino básico possuem interesse e curiosidade pela natureza, pela Ciência, pela Tecnologia, e pela realidade local e universal. Mas especificamente na proposta para o 3º ciclo do EF, por exemplo, é afirmado que a exploração do espaço, bem como o Universo, sua forma, seu tamanho, seus componentes, sua origem e sua evolução, são temas que atraem os alunos, inclusive de outros níveis de ensino. Na proposta para o 4º ciclo, é indicado que os estudantes desse nível têm interesse em compreender o alcance social e histórico das diferentes atividades humanas, entre elas a Ciência e a Tecnologia. E finalmente, já na proposta para a disciplina de Física no EM, os PCN+ colocam que uma parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens da faixa etária que frequentam o EM, é de se confrontar e especular sobre os enigmas da vida e do Universo.

*a<sub>3</sub>) Algumas das principais dificuldades e pré-concepções, relacionadas à Astronomia, presentes nos alunos*

Na proposta para o 3º ciclo do EF, os PCN apontam diversas dificuldades que os alunos teriam a respeito do aprendizado de temas da Ciência, particularmente da Astronomia. Afirmam que as teorias científicas em geral, por sua complexidade e alto nível de abstração, não são passíveis de comunicação direta aos alunos de ensino fundamental. Sendo grandes sínteses de conhecimento, em geral distantes das idéias de senso comum, o seu ensino sempre acaba, por isso, necessitando de adequação e seleção de conteúdos.

É também indicado serem difíceis para os estudantes os conhecimentos da Ciência que, em várias ocasiões, não concordam com as observações cotidianas e do senso comum. E citam o exemplo da observação do caminho diário do Sol em relação ao horizonte, o qual faz pensar que é o Sol quem gira ao redor da Terra diariamente. Segundo os PCN, o modelo de céu construído espontaneamente pelo aluno tem a Terra como ponto de referência central.

As distâncias astronômicas também não são fáceis de serem compreendidas pelos alunos, segundo os PCN, já que seriam quase inimagináveis, e difíceis de

expressar, por exemplo, em quilômetros, uma unidade mais palpável para a maioria dos estudantes.

Outro exemplo citado é o das concepções a respeito da forma da Terra. Segundo os PCN, para os estudantes é difícil a superação de concepções intuitivas acerca da forma da Terra, bem como sobre características como sua espessura, seu diâmetro, sua localização e ainda a descrição de seus movimentos. Muitas crianças teriam, por exemplo, a concepção de que se encontram “dentro” da Terra, e não na sua superfície, algo que pode ser notado nos desenhos que elas produzem sobre o tema. Para o 4º ciclo, os PCN lembram ainda da dificuldade que os alunos teriam em se localizar no globo, e imaginar a Terra esférica, girando em torno do Sol, de forma inclinada em relação ao plano de translação, percorrendo assim o espaço, e mudando sua posição em relação ao Sol e às estrelas à sua volta.

Finalmente, os PCN ressaltam ainda o grau de dificuldade e o esforço para o aluno, ao tentar conceber um centro de observação que não coincide com o lugar onde ele está concretamente. Isto ocorreria com o aluno, por exemplo, ao se imaginar saindo da Terra, e olhando de longe o conjunto de planetas movendo-se em torno do Sol, para assim conceber o modelo de Sistema Solar proposto pela Ciência. Tanto na proposta para o 3º ciclo, como para o 4º ciclo, é assim destacado que o modelo heliocêntrico, com o Sol ao centro do movimento dos planetas, apesar até de ser relativamente difundido, é na verdade significativamente difícil de ser compreendido pela maioria dos alunos.

*b) Visão de ensino, e ações relacionadas a competências e habilidades a serem desenvolvidas dentro do tema da Astronomia*

Os PCN são documentos que foram desenvolvidos com uma pretensão, dentre outras, de se constituir como referência curricular nacional para o ensino básico. Referência essa a partir da qual propostas regionais, em diferentes estados e municípios do Brasil, e projetos educativos, nas escolas e nas salas de aula, pudessem se basear e se desenvolver.

Uma tendência, que os PCN visam proporcionar, é a de se pensar e planejar o processo de ensino-aprendizagem, visando o desenvolvimento de competências e habilidades por parte dos alunos. Essa visão de ensino permeia a confecção de todos os documentos dos PCN. E se reflete, portanto, nas propostas de todas as disciplinas, e conseqüentemente nas sugestões relacionadas a todos os temas, tais como os da Astronomia.

No decorrer das leituras das propostas para as disciplinas de Ciências, no EF, e Física, no EM, foram identificados cinco conjuntos de ações relacionadas a competências e habilidades, cada um composto por itens que foram considerados semelhantes e/ou análogos. A descrição de cada conjunto é exposta a seguir.

*b<sub>1</sub>) Conhecer; acessar; acompanhar notícias*

Neste grupo, as ações propostas têm como principal intenção a de que os alunos tenham um primeiro contato com determinados tipos de conhecimentos. Tanto conhecimentos consagrados, como de teorias científicas, por exemplo, quanto de conhecimentos recentes, como os divulgados na forma de notícias, nos meios de comunicação.

Apesar de não ser propriamente uma competência ou habilidade a ser desenvolvida, ter acesso a conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como relevantes, para a construção da própria cidadania, é um direito que os PCN para o EF defendem que seja garantido para toda criança ou jovem brasileiro.

Ainda sobre acesso a informações, os PCN para o EF sugerem, por exemplo, que por meio da mediação do professor, os alunos tenham acesso a informações sobre os diferentes modelos de Universo, para assim incorporarem novos enfoques a respeito de diferentes representações de mundo.

Já nos PCN e PCN+ de Física, para o EM, uma ênfase sugerida é a de que os alunos sejam estimulados a acompanhar as notícias científicas, divulgadas nos meios de comunicação, propiciando assim um convívio harmônico com o mundo da

informação. Alguns exemplos, citados pelos PCN, são os de notícias como a missões e conquistas espaciais, uma possível colisão de um asteróide com a Terra, novas descobertas do telescópio espacial Hubble, e o desenvolvimento de tecnologias ligadas a Astronomia, Astronáutica e Telecomunicações, como os satélites.

Particularmente nos PCN para o EM, é colocado que os alunos deveriam tomar conhecimento de que a Física é um ramo de conhecimento que permite, dentre outras coisas, elaborar modelos de evolução cósmica, e investigar o mundo submicroscópico das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo em que permite desenvolver novas fontes de energia, e criar novos materiais, produtos e tecnologias.

E especificamente nos PCN+, é recorrente a proposta de que os alunos “tomem conhecimento” a respeito de determinados temas e conteúdos, sem ser feita qualquer menção a estratégia didática para tanto. É explicitamente indicado, por exemplo, que os alunos venham a conhecer: as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol, para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.); as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados; e aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas.

#### *b<sub>2</sub>) Identificar; perceber; reconhecer; valorizar*

Neste segundo grupo, as ações dizem respeito aos processos de identificação, percepção, reconhecimento e valorização de determinados conhecimentos. Entende-se que este conjunto de ações propostas tenha a intenção de que o aluno modifique sua impressão a respeito de determinados conhecimentos, com os quais já tenha tido contato anteriormente.

Para o 4º ciclo do EF, por exemplo, os PCN sugerem que, uma vez que os alunos saibam da existência de astros no céu, que então identifiquem algumas constelações, estrelas e planetas mais facilmente visíveis. E ainda, o reconhecimento das distâncias desses objetos à Terra, bem como das ordens de grandeza de medidas astronômicas de distância e de tempo, é proposto tanto pelos PCN de Ciências para o 4º ciclo do EF, quanto pelos PCN+ de Física, para o EM.

Ambos os documentos também sugerem que os alunos venham a identificar situações em que a atração gravitacional é importante - pessoas e objetos presos ao solo ou caindo, marés, movimento orbital de planetas, cometas, naves e satélite -. E ainda recomendam o reconhecimento que certos invariantes - as chamadas relações de conservação da Mecânica - impõem condições sobre o que pode e o que não pode acontecer em processos naturais, tais como os movimentos dos planetas e suas velocidades ao redor do Sol.

Os PCN para o EM sugerem que seja propiciado aos alunos a construção de uma percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos. Já os PCN para o EF indicam que deve ser possibilitada, aos alunos, a percepção de que o mundo em que vivem é um mundo em constante transformação, e que as explicações científicas sobre os fenômenos naturais, particularmente, estão na verdade em permanente reelaboração. Especificamente para o 4º ciclo do EF, os PCN avaliam ser importante que os estudantes reconheçam as rupturas necessárias à concepção de novos modelos, citando como exemplo a passagem do modelo de mundo geocêntrico para o heliocêntrico. E indicam ainda que o conhecimento historicamente acumulado deve ser valorizado, particularmente levando-se em conta o papel de novas tecnologias e o embate de ideias, nos principais eventos da história da Astronomia, e até os dias de hoje.

Os PCN para o EM enfatizam a importância de os alunos perceberem que a Física é também uma construção histórica, uma atividade social humana, e que, portanto, emerge da própria cultura desenvolvida pela sociedade. E citam vários exemplos de casos da história que ilustram essa questão, dentre os quais novamente o da passagem do modelo geocêntrico de mundo para o heliocêntrico. Na mesma linha,

os PCN+ para o EM destacam a relevância de se identificar as diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade, e vice-versa. E ressaltam ainda que o aluno deve ser capaz de identificar as especificidades do modelo atual de constituição do Universo - com matéria, radiação e suas interações -.

b<sub>3</sub>) *Relacionar; comparar; articular; integrar; organizar; sistematizar; interpretar; situar*

Neste grupo, entende-se que as ações propostas têm como principal finalidade a de que os alunos desenvolvam a capacidade de estabelecer conexões entre diferentes conhecimentos, por meio de comparações, articulações, sistematizações e interpretações.

De uma forma geral, os PCN de Ciências para o EF, sugerem que os alunos devam aprender sobre relações entre o ser humano, diferentes fenômenos naturais e objetos da tecnologia, possibilitando assim avanços no entendimento sobre o funcionamento do mundo, do ponto de vista social, cultural e científico, superando assim interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta.

Mais especificamente com relação à Astronomia, para o 3º ciclo do EF, é indicado que os alunos estabeleçam relações entre a iluminação da Terra pelo Sol, o aquecimento de sua superfície e a retenção de calor pela atmosfera. E também sobre a existência de regiões do globo com maior ou menor diversidade de plantas e animais e seus climas, e as possíveis condições físicas nos diferentes pontos da Terra.

Já para o 4º ciclo do EF, há a sugestão de que os alunos venham a relacionar os processos de formação do planeta, com a história evolutiva dos seres vivos. Que também estabelecem relações espaciais e temporais, a respeito da dinâmica e da composição estrutural interna da Terra. E ainda que relacionem os diferentes períodos iluminados de um dia, com as diferentes estações que se sucedem ao longo do ano.

Segundo os PCN para o EM, por meio da Física os alunos podem sistematizar propriedades gerais da matéria, bem como estabelecer relações com outras ciências, como a Cosmologia e o desenvolvimento de Tecnologias, por exemplo, pois certos conhecimentos, instrumentais e linguagens dessas ciências possuem associações diretas como conhecimentos físicos.

Voltando à proposta para o 4º ciclo do EF, há uma relevante ênfase na proposta de que os alunos venham a comparar as teorias geocêntrica e heliocêntrica de mundo, particularmente em relação aos movimentos dos corpos celestes, e também em relação às diferentes concepções de Universo que elas acarretam. Nos PCN+ de Física para o EM, por sua vez, é sugerido que os estudantes busquem comparar semelhanças e diferenças entre as formulações de modelos explicativos, da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas.

Segundo os PCN de Física, é interessante que os alunos venham a desenvolver meios, e a construir aprendizados, que os permitam realizar interpretações a respeito de fatos naturais notórios, ou sobre os significados de notícias científicas divulgadas nos meios de comunicação. Também destacam a relevância de que esses aprendizados e estudos, bem como a realização de uma busca por uma cultura mais ampla, propiciem aos estudantes a capacidade de construir uma articulação de visão de mundo, um mundo natural e, ao mesmo tempo, social. E ressaltam ainda o papel da Física nessa articulação, afirmando que o seu aprendizado naturalmente a promove, junto de uma compreensão dinâmica do Universo, mais ampla que o entorno material imediato.

Finalmente, os PCN+ de Física propõem que os alunos venham a desenvolver a capacidade de situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no Universo, por meio do reconhecimento de ordens de grandeza de medidas astronômicas, bem como de uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas o seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida.

#### *b<sub>4</sub>) Compreender; conceber; entender*

Neste grupo, considera-se que as ações propostas têm, como principal intuito, o de que os alunos desenvolvam a capacidade de compreendam conceitos, teorias e conhecimentos de cunho relativamente elaborado e complexo, que não sejam constituídos de informações passíveis de assimilação mais imediata, a princípio, mas que exijam uma maior dedicação reflexiva a respeito.

Para o 3º ciclo do EF, há a recomendação, por parte dos PCN, de que os alunos venham a compreender os movimentos dos corpos celestes, buscando desenvolver, para isso, a capacidade de descrevê-los utilizando os pontos cardeais e a linha do horizonte como referenciais.

Já para o EM, os PCN sugerem a compreensão de diversos fenômenos relacionados aos conhecimentos da Física, tais como, dentre outros: a geração de energia nas estrelas; o princípio de conservação, que explica a permanente inclinação do eixo de rotação da Terra, relativamente ao seu plano de translação; a queda dos corpos; o movimento da lua ou das estrelas no céu; a origem do Universo e sua evolução; e também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Os PCN+, por sua vez, sugerem também que os alunos venham a compreender as interações gravitacionais, por meio da identificação de forças e relações de conservação, visando explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

Promover compreensão a respeito de modelos que explicam o Universo, é uma sugestão presente tanto nos PCN de Ciências para o 4º ciclo do EF, quando nos PCN e PCN+ de Física para o EM. Para o EF, propõe-se que os alunos compreendam como as teorias geocêntrica e heliocêntrica explicam os movimentos dos corpos celestes, relacionando esses movimentos a dados de observação e à importância histórica dessas diferentes visões, bem como que eles concebam o Universo sem fronteiras, particularmente compreendendo a inserção do sistema Terra-Sol-Lua no Universo. Os PCN para o EM sugerem que se propicie aos alunos conhecimentos para que eles possam construir uma compreensão dinâmica do

Universo. E os PCN+, por sua vez, recomendam que, até o final da educação básica, o aluno seja capaz de compreender a evolução das hipóteses, dos modelos e das formas de investigação sobre a origem, a evolução e a constituição do Universo, desenvolvendo assim uma compreensão de natureza cosmológica.

b<sub>5</sub>) *Desenvolver; ampliar; incorporar; mudar concepções; transcender*

Neste último grupo, entende-se que as ações propostas têm, como principal escopo, o de estimular os alunos a desenvolver e agregar novos conhecimentos àqueles como os quais já tiveram contato, ampliando, aprofundando e reformulando, assim, suas visões e concepções a respeito desses conhecimentos já familiares.

Para o 3º ciclo do EF, os PCN propõem algumas ações nessa linha, e que são ligadas ao conhecimento da Astronomia. Há, por exemplo, a sugestão de que os alunos venham a incorporar a dimensão planetária da Terra, descentrando-se do lugar geográfico onde estão, o que se entende corresponder a uma ampliação de perspectivas sobre o mundo que se tem ao redor. Os PCN também propõem que os estudantes devem incorporar novos enfoques e informações, visando mudarem suas concepções de tempo e espaço. Para tanto, indicam a busca por uma ampliação dos conceitos de tempo não-cíclico - ou seja, tempo histórico, que comporta as idéias de evolução, de passado, de registro, de memória e de presente, de mudanças essenciais e irreversíveis. - e de tempo cíclico - o tempo cuja contagem é associada aos fenômenos periódicos, tais como aqueles associados aos movimentos dos corpos celestes -.

Os PCN de Ciências para o EF pregam, de uma forma geral, que o desenvolvimento intelectual dos alunos deve ser um dos objetivos do processo de ensino e aprendizagem, e que deveria ocorrer por meio da ampliação de suas capacidades, associadas aos diversos conteúdos e conhecimentos propostos indicados como prioritários. Atrelado a isso, deveria ainda estar o desenvolvimento dos alunos, no sentido de que sejam capazes de superar interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta. Já nos PCN+ de Física para o EM, por sua vez, há a sugestão de que o ensino vise o desenvolvimento dos alunos da capacidade lidar com situações reais,

tais como crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, exames médicos, notícias de jornal e, com um tema mais ligado à Astronomia, concepções de Universo.

Por fim, os PCN e os PCN+ de Física, para o EM, destacam a ênfase de se visar a construção de uma cultura mais ampla por parte dos jovens, de forma associada, ainda, à construção de uma visão de mundo natural e social, articulada, cósmica, cosmológica e dinâmica, a qual pode ser alcançada, segundo esses documentos, com o auxílio dos conhecimentos da Física. Tal construção deveria, assim, proporcionar uma visão de mundo mais ampla que o entorno material imediato, e capaz, portanto, de transcender os limites temporais e espaciais do ser humano.

*c) Propostas e estratégias didáticas, ligadas à Astronomia, e a atuação do professor*

No decorrer das leituras realizadas sobre os PCN, tanto os de Ciências para o EF, quanto os de Física para o EM, foi observado que uma das propostas desses documentos é a de fornecer subsídios ao professor, para sua atuação em sala de aula, por meio de sugestões de propostas e estratégias didáticas.

*c<sub>1</sub>) Estratégias didáticas relacionadas às ações dos professores*

Dentre os subsídios fornecidos, encontram-se recomendações para os tipos de ações que os professores devem realizar, no decorrer do processo de ensino-aprendizagem, a ser estabelecido junto dos estudantes. Também são introduzidos alguns princípios norteadores sobre como deve ser construído o conhecimento disciplinar, principalmente o de Física, sob um ponto de vista mais amplo e geral.

Os PCN de Ciências, para o EF, entendem os professores como produtores, articuladores, planejadores de práticas educativas, e como mediadores do conhecimento socialmente produzido. Sugerem ainda, especificamente, que o professor: apresente idéias e mostre suas aplicações; introduza tópicos e assuntos; propicie exemplos ilustrativos sobre o tema da aula; promova a construção de

relações entre conhecimentos, tanto entre científicos, quanto entre os dos alunos e os científicos; torne acessíveis informações específicas; auxilie os alunos com suas dificuldades; oriente-os quanto à realização de pesquisas, estudos e leituras; organize atividades, particularmente visando o desenvolvimento de capacidades por parte dos alunos; e promova situações de aprendizagem dinâmicas, por exemplo, por meio de estabelecimento de conflitos entre concepções dos alunos, e conhecimentos teóricos, experimentais e observacionais.

Na mesma linha, os PCN e PCN+ de Física sugerem que o professor deva promover e contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos, por parte dos estudantes, propiciando meios para a construção de compreensões, e promovendo ainda articulações, entre conhecimentos de diferentes naturezas, para assim propiciar aprendizados culturalmente significativos e contextualizados. Os PCN, especificamente, propõem que se devam dar novas dimensões ao ensino de Física, que ele seja integrado à vida de cada jovem, que trate das coisas presentes no dia-a-dia, que estimule os jovens a acompanhar as notícias científicas, e que trate também dos princípios gerais, que permitem a construção de generalizações de conhecimento. PCN e PCN+ afirmam ser interessante que o estudo da Física, no EM, seja finalizado com uma discussão de temas que permitisse sínteses abrangentes dos conteúdos trabalhados, preferencialmente de forma interdisciplinar. E finalmente, ambos propõem que se apresente uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado. E para tanto, afirmam que o enfoque do professor não deve ser, assim, em “o que ensinar”, segundo a lógica da própria Física, pois se corre o risco de apresentar algo abstrato e distante da realidade. O enfoque deveria ser outro, portanto, o de “para quê” ensinar os conhecimentos da Física, tendo em vista, com isso, o objetivo de se preparar o jovem para que seja capaz de lidar com situações reais, que eventualmente virá a enfrentar no decorrer da própria vida.

Vale ressaltar o detalhe de que, especificamente para o tema estruturador Universo, Terra e Vida, os PCN+ apresentam as alternativas de que tal tema pode tanto ser inserido no final do 3º ano do EM, por apresentar elementos que permitem realizar sínteses mais consistentes, como no 1º ano do EM, mas neste caso buscando-se

partir de observações do céu, e tomando-se como referência fenômenos astronômicos do dia-a-dia.

## *c2) Aspectos a serem considerados pelo professor em sua atuação junto aos alunos*

No que diz respeito à relação entre professores e alunos, e no papel do professor dentro do processo de ensino e aprendizagem, os PCN, principalmente os de Ciências para o EF, propõem quatro aspectos a serem considerados pelo professor:

### *O conhecimento prévio e as pré-concepções dos estudantes*

De acordo com os PCN, é interessante que o docente leve em conta, durante sua atuação, os conhecimentos prévios dos alunos, como meio para aprendizagem de conteúdos específicos. Afirmam, ainda, que as dúvidas dos alunos, especificamente, podem ser o ponto de partida para se estabelecer novas interpretações a respeito, por exemplo, de fenômenos observados. E também indicam ser importante que o professor abra o diálogo para as distintas concepções de seus estudantes, sobre determinados temas, particularmente antes de ensinar a perspectiva científica consagrada. Um exemplo, para ilustrar essas recomendações, é apontado como sendo o da contradição, que os alunos manifestam entre o que observam no céu — o movimento do Sol tomando-se o horizonte como referencial — e o movimento de rotação da Terra, do qual já tiveram notícia. Segundo os PCN, iniciar o estudo de corpos celestes a partir de um ponto de vista heliocêntrico, explicando os movimentos de rotação e translação, não é recomendável, por ignorar o que os alunos sempre observaram, e as concepções que eles desenvolveram a partir dessas observações.

### *O nível de desenvolvimento intelectual dos estudantes, em cada estágio do ensino*

Segundo os PCN de Ciências, uma ação pedagógica realmente educativa, de um professor, deveria se ajustar ao que os alunos conseguem realizar em cada etapa de sua aprendizagem. O professor deveria, portanto, procurar organizar atividades

que permitissem a exploração e a sistematização de conhecimentos compatíveis ao nível de desenvolvimento intelectual, às possibilidades e às necessidades dos estudantes, nos diferentes momentos do desenvolvimento, de maneira que lhe possa ser possível operar com tais conteúdos e avançar efetivamente nos seus conhecimentos. Em se tratando de Astronomia, apresentam o exemplo das distâncias astronômicas até planetas, estrelas e galáxias. De acordo com os PCN, embora seja possível alguma compreensão, não se pode esperar que a maioria dos alunos do 3º ciclo do EF compreenda as distâncias entre, por exemplo, a Terra e a Lua, ou a Terra e a estrela alfa do Centauro. Todavia, uma vez que o aluno já esteja no 4º ciclo, daí a compreensão de fenômenos mais distantes no espaço, e também no tempo, começaria a já ser mais possível e interessante de ser construída. Finalmente, um último alerta do gênero, que os PCN de Ciências fazem, é o de que as teorias científicas, de um modo geral, por sua complexidade e alto nível de abstração, não seriam passíveis de comunicação direta aos alunos no EF, por serem grandes sínteses, e distantes, portanto, das idéias de senso comum.

*A proposta de o aluno ser agente ativo na construção de seu conhecimento*

Os PCN de Ciências lembram que o aluno e o professor co-participam das situações escolares de ensino e aprendizagem, por serem essas situações comunicativas. Todavia, afirmam que nesse processo interativo, de ambos com o conhecimento, é o aluno quem precisa ser sujeito de sua própria formação: seria ele o detentor da tarefa de construir significados sobre os conteúdos da aprendizagem, e seria dele o movimento de construir explicações do mundo, imaginar e explicar aquilo que observa. O que caberia então ao professor, de forma fundamental, seria intervir nesse processo, mediando-o para que ele se concretize, já que, segundo os PCN, tal movimento, em geral, não ocorre de maneira espontânea por parte do aluno.

*O conceito de que os interesses dos alunos podem servir para favorecer e facilitar o envolvimento dos mesmos no processo de ensino e aprendizagem*

De acordo com os PCN de Ciências, os professores devem ter em vista que o interesse e a curiosidade dos alunos, por temas ligados à Natureza, às Ciências e às Tecnologias, tendem a favorecer o envolvimento e o clima de interação por parte destes. Nesses temas, acabam por encontrar mais facilmente significados, algo fundamental para que haja sucesso nas atividades organizadas pelos professores; e sendo estas de interesse dos alunos, permitem então que eles estabeleçam relações no âmbito da vida, do Universo, do ambiente e dos equipamentos tecnológicos, que poderão melhor situá-los no mundo em que vivem.

Os PCN+ de Física, por sua vez, também fazem recomendações nessa mesma linha: segundo esses documentos, para que o processo de ensino e aprendizagem possa fazer sentido para os jovens, é fundamental que sejam considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do seu universo vivencial, e/ou que sejam parte integrante de seu imaginário de interesse; indicam, ainda, que os enigmas da vida e do Universo fazem parte das preocupações e interesses freqüentemente presentes entre jovens que cursam o EM; e então sugerem, por isso, que seja importante se aproveitar dessa constatação, para propiciar aos alunos uma visão cosmológica das Ciências, a qual lhes permita, dentre outras coisas, acompanhar e admirar as notícias científicas nos meios de comunicação, e ainda indagar-se sobre questões fundamentais e profundas, tais como a origem do Universo e a existência de vida fora do planeta Terra.

### *c<sub>3</sub>) Atividades didáticas propostas para serem realizadas pelos alunos*

Os PCN, quase que exclusivamente os de Ciências para o EF, também propõem uma série de atividades didáticas, a serem realizadas pelos alunos, que tenham como objetivos a compreensão de conhecimentos, ou o desenvolvimento de competências e habilidades, ligadas diretamente a temas da Astronomia, ou ligadas indiretamente, neste caso tendo a Astronomia como uma espécie de “pano de fundo”. Essas atividades didáticas foram analisadas e agrupadas, em cinco diferentes conjuntos, apresentados a seguir.

## *Observação do céu*

Tanto para o 3º, quanto para o 4º ciclo do EF, os PCN propõem atividades nas quais se envolva a observação direta dos astros no céu. Nelas, em geral, sugere-se que os alunos procurem articular os resultados das observações com informações oriundas de estudos e de outras atividades, para que assim construam suas próprias explicações sobre os fenômenos que observam.

Em uma das atividades, para o 3º ciclo, os alunos deveriam realizar observações gerais do céu, mas particularmente visando a percepção das mesmas regularidades que os antepassados já observavam no céu, bem antes do desenvolvimento dos primeiros instrumentos de observação, há cerca de 500 anos. Tanto para o 3º ciclo, quanto para o 4º, há também propostas de atividades que sirvam para o aprendizado sobre como se orientar, espacial e temporalmente, por meio dos corpos celestes e de suas regularidades, tanto durante o dia como durante a noite. E ainda para ambos os ciclos, há a sugestão de atividades de observação das estrelas e dos planetas, a partir das quais os alunos venham a especular sobre as distâncias a que se encontram da Terra esses diversos astros.

Em outras atividades, para ambos os ciclos do EF, são propostas observações sistemáticas e diárias do Sol, da Lua, de estrelas noturnas e dos planetas visíveis a olho nu, para contribuir, particularmente, no desenvolvimento das ideias e explicações dos estudantes, a respeito das diferenças entre os modelos que descrevem o funcionamento do Universo visível - teorias geocêntrica e heliocêntrica, por exemplo -, bem como a respeito das evoluções históricas desses modelos. Em atividades para o 4º ciclo, os PCN sugerem também: a observação do movimento irregular dos planetas, relativo ao “fundo fixo” de estrelas, para auxiliar os alunos na compreensão das ideias de Copérnico; a observação com instrumentos, e a análise de fotos, dos astros observados por Galileu, visando à construção de discussões sobre o papel da tecnologia no desenvolvimento de novos conhecimentos; e a utilização, se possível, de binóculos, lunetas, e telescópios para observação do céu, possibilitando, com isso, maiores aprofundamento e detalhamento dos modelos de Sistema Solar, concebidos pelos próprios estudantes.

Especificamente para o 4º ciclo do EF, os PCN propõem uma série de atividades de observação do céu, objetivando contribuir para a compreensão dos estudantes sobre as relações entre as estações do ano, a forma da Terra, e os movimentos dos astros no céu, ao longo do ano. Em especial, deveriam ser realizadas observações diretas tanto do Sol - identificando-se como varia o período de tempo que ele fica acima do horizonte, ao longo dos meses -, como de constelações - particularmente as que marcam cada estação do ano, como as de Órion e Escorpião, as principais das épocas de Solstícios -. E ainda, a respeito da observação de constelações, tanto para o 3º, quanto para o 4º ciclo, os PCN propõem que sejam realizadas atividades que permitam observar seus movimentos ao longo das horas, e em sucessivos dias, para que assim os alunos possam notar que todas se movem em conjunto, mantendo seus “desenhos” inalterados ao longo do tempo. Nos dois ciclos, é dada uma ênfase especial para a observação direta da constelação do Cruzeiro do Sul, referência principal do céu noturno, particularmente para a orientação em relação ao horizonte.

Finalmente, uma atividade de observação que se destaca, nos PCN para o 3º ciclo, é a de observação da Lua. A proposta é de uma atividade ampla e completa, em que sejam realizados registros detalhados sobre todos os principais aspectos a respeito do comportamento da Lua: a sucessão das fases, ao longo dos dias, semanas e meses; a variação do seu horário de nascer e de se pôr; a questão da visibilidade durante a parte clara do dia, geralmente não conhecida pelos estudantes; as diferenças de aspecto da Lua e de sua posição em relação ao horizonte, para diferentes observadores na Terra que a observem simultaneamente; e a comparação da regularidade mensal de seu movimento, com a regularidade anual do movimento Sol.

*Construção de instrumentos astronômicos, de modelos em escala e de maquetes, realização de atividades de luz e sombra, e elaboração de desenhos*

Os dois instrumentos astronômicos que os PCN de Ciências sugerem serem construídos pelos alunos, no EF, são um Gnômon e um Relógio de Sol - cujo tipo

particular proposto, corresponde, na verdade, também a um Gnômon -. Para o 3º ciclo, é apresentada em detalhes a proposta de construção de um tipo de Relógio de Sol, constituído por uma haste vertical espetada no chão - este horizontal, e a céu aberto -, que projeta sombras diferentes nas várias horas do dia. Na atividade em que se utilizaria tal Relógio, as variações do tamanho da sombra, ao longo do dia, além de servirem para se fazer estimativas sobre as horas do dia, também permite a determinação, com relativa precisão, dos pontos cardeais, e da trajetória do Sol no céu ao longo do tempo. Já para o 4º ciclo, os PCN sugerem a realização de uma atividade que envolva diferentes escolas, preferencialmente de diferentes estados do país, ou até de outros países. A atividade consistiria, essencialmente, na medição do tamanho da sombra de um Gnômon, de mesmas dimensões, nas várias escolas, no momento do meio-dia solar de cada local. As diferenças de tamanho observadas num único dia seriam causadas, apenas, pela curvatura da Terra. E as variações de tamanho, observadas ao longo de um ano, e num mesmo local, seriam devidas à inclinação do eixo de rotação da Terra, em relação ao plano de sua órbita ao redor do Sol.

Atividades de construção de modelos em escala e de maquetes, de luz e sombra, e de elaboração de desenhos, estão presentes nas propostas dos PCN de Ciências para ambos os ciclos do EF.

Para o 3º ciclo, por exemplo, é sugerida a construção de uma escala do sistema Terra-Sol-Lua no pátio da escola, de tal forma que permita a compararmos as distâncias relativas desses astros com unidades de medidas reconhecidas pelos alunos, como o metro. Para o 4º ciclo, por sua vez, é proposta a construção de um molde tridimensional do modelo do interior da terra, construído de acordo com proporções em escala, atividade essa que, de acordo com os PCN, contribuiriam para uma melhor compreensão a respeito do interior do planeta.

Como complemento à atividade de observação da Lua, para o 3º ciclo do EF, os PCN propõem a construção de modelos e maquetes de Terra, Lua e Sol, com esferas e pequena fonte de luz, que permitam a realização de experimentos com luz e sombra. Por meio destes, segundo os PCN, poderia ser propiciado um melhor

entendimento sobre fenômenos, tais como as estações do ano e os eclipses. Ainda para o 3º ciclo, é colocado que o tipo de material que sai dos vulcões ajuda a imaginar o interior da Terra e sua estrutura, e que por isso, uma maneira de auxiliar os alunos na explicação de suas idéias, e na elaboração de hipóteses sobre a formação do planeta, poderia ser concretizada por meio da elaboração de desenhos ou maquetes sobre o tema.

Para o 4º ciclo, sugere-se que, a partir de representações dos modelos geocêntrico e heliocêntrico de Sistema Solar, em desenhos proporcionais ou maquetes, os estudantes possam compreender melhor a evolução desses sistemas, e reconhecer as rupturas necessárias à concepção de novos modelos. Também afirmam que um molde para um modelo de Sistema Solar, com tamanhos proporcionais de seus planetas e satélites, e respectivas distâncias em escala, auxilia na construção de imagens de dimensões astronômicas dos estudantes. E que desenhar e esquematizar os modelos atuais de Universo, incluindo o Sistema Solar como referência, ou ainda construir moldes próprios tridimensionais para esses modelos, são maneiras eficazes de auxiliar os alunos no desenvolvimento de seus conhecimentos. Isso porque, segundo os PCN, essas construções facilitam estimativas de distância, bem como permitem a visualização dos sistemas a partir de diferentes pontos de observação.

Finalmente, os PCN propõem que no 3º ciclo do EF, os estudantes desenhem representações do Universo, onde a Terra esteja presente, por várias vezes durante os seus estudos, para com isso organizar os elementos que eles incorporam para a transformação de seus modelos. Também sugerem, para o mesmo ciclo, que os alunos descrevam os movimentos do Sol, da Lua e das estrelas, em relação ao horizonte, localizando os pontos cardeais durante o dia e à noite, mediante, particularmente, a elaboração de desenhos. Já para o 4º ciclo, os PCN de Ciências introduzem a idéia de que processos e fenômenos complexos, que tradicionalmente são trabalhados mediante desenhos e diagramas, podem, caso haja recursos, ser estudados com o auxílio de computadores e da Internet, complementos que podem ser importantes, segundo os PCN, no trabalho experimental dos estudantes do ensino básico.

### *Desenvolvimento de atividades de pesquisa, investigação, estudo e leitura*

As atividades ditas de pesquisa, pelos próprios PCN de Ciências, concentram-se em sugestões para o 3º ciclo do EF. É proposta, por exemplo, a realização de pesquisa sobre os hábitos de animais diurnos e noturnos, e sobre o comportamento de plantas e outros animais no claro e no escuro, visando se contribuir para a tomada de consciência dos alunos, a respeito da conexão entre os corpos celestes e os ritmos de vida na Terra. O desenvolvimento de lunetas, telescópios, foguetes, satélites artificiais, naves, o pouso tripulado na Lua, e os não tripulados em Marte ou Vênus, e as sondas não tripuladas indo para Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, por sua vez, podem se constituir em pesquisa bibliográfica em revistas e jornais para alunos do 3º ciclo, segundo os PCN, com roteiros elaborados sob a coordenação e a orientação do professor. Outra pesquisa proposta é uma a respeito das distâncias a que diversas estrelas se encontram da Terra, e ainda sobre a quantidade de estrelas que não são visíveis a olho nu, mas que se sabe da existência. Finalmente, outra pesquisa para o 3º ciclo se constitui em uma sobre assuntos da Cosmologia, como, por exemplo, sobre modelos de Universo e sua ligação com a Terra e com o céu visível.

Atividades ditas de investigação, por sua vez, tendem a se concentrar como sugestões para o 4º ciclo do EF. Exceção feita para a proposta de investigação sobre como os raios solares atingem o planeta, o que depende da forma esférica da Terra, e que define zonas climáticas que determinam a presença de diferentes faunas e floras no planeta. Para o 4º ciclo, é sugerido que vulcões e terremotos podem ser uma fonte de investigação sobre o interior do planeta e sobre o material muito quente existente abaixo da crosta, informações relacionadas diretamente à teoria sobre a formação do planeta. A origem da Terra e sua evolução constituem outro tema de investigação proposto pelos PCN, na qual se sugere abordar as variações das formas de vida em diferentes épocas ou eras geológicas, a evolução da composição da atmosfera e da posição dos continentes na superfície terrestre, e a teoria das placas tectônicas, por meio do uso de fontes bibliográficas. Propõe-se também investigar as manifestações das estações do ano em diferentes locais do

planeta, as quais dependem de características específicas de cada local, tais como padrões de vento, correntes marítimas, altitude, tamanho da superfície dos continentes ou dos mares e transformações naturais inesperadas ou provocadas pela ação humana. Finalmente, duas investigações interligadas são propostas pelos PCN: uma sobre os movimentos da Terra, da Lua e demais corpos celestes, permeados pelo fenômeno da força gravitacional, para se buscar compreensões a respeito da dinâmica do Sistema Solar; e outra sobre o fenômeno das marés, que envolveria o acompanhamento de medidas semanais de alturas de marés, e a construção de relações com a atração gravitacional entre Sol-Terra-Lua, as fases da Lua e sua posição relativa ao Sol, permitindo assim uma ampliação do modelo do ciclo mensal observado pelas diferentes formas da Lua.

O termo estudo aparece como proposta de atividade tanto para o 3º quanto para o 4º ciclo. Para o 3º, é sugerido um estudo comparativo a respeito dos planetas do Sistema Solar, buscando-se identificar características que diferem os demais planetas da Terra, e que estejam relacionadas à não existência de vida conhecida neles, tal qual a que é presente nela atualmente. Um inventário de astros e fenômenos observados no Universo também é proposto para o 3º ciclo, com a intenção de contribuir para a elaboração de uma concepção do Universo por parte dos estudantes, reproduzindo alegoricamente aquilo que a raça humana fez ao longo de sua história. Para o 4º ciclo, os PCN também propõem a realização de dois estudos: o primeiro sobre eclipses, dando uma maior ênfase às ideias sobre luz, projeção de sombras, distância e intensidade luminosa, possibilidade de visão, produção, absorção e reflexão de luz; e o segundo sobre as contribuições de Copérnico, Galileu e Newton ao pensamento ocidental, buscando-se reconhecer as mudanças na percepção sobre o lugar de cada um no Universo bem como as relações entre a sociedade de uma época e o desenvolvimento de novas concepções científicas.

Além das menções diretas à elaboração de pesquisas e investigações por meio de leituras e consultas bibliográficas, existem algumas outras atividades de leitura<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Aqui se propõe uma generalização para o conceito de leitura: ler textos, ver imagens, e assistir a vídeos e a animações, está sendo considerado como realização de leitura de diferentes tipos de mídias.

propostas pelos PCN de Ciências, tanto de mídias estáticas - textos e imagens -, quanto de mídias dinâmicas - vídeos e animações -. Para o 3º ciclo, é proposta uma ampliação do repertório de imagens do Universo, conhecidas pelos alunos, por meio, por exemplo, de fotografias da Lua, dos planetas e de seus satélites, e também por meio de filmes de vídeo e animações de computador, produzidos tanto com simulações quanto com imagens enviadas por satélites e sondas, em que aparecem os movimentos dos corpos celestes e suas fisionomias. Duas leituras de textos são propostas para o 4º ciclo: uma sobre o modelo heliocêntrico do Sistema Solar, e o seu desenvolvimento histórico; e outra de leituras paradidáticas a respeito de fenômenos como buracos negros, quasares, estrelas de nêutrons, gigantes vermelhas, anãs brancas, e outros fenômenos envolvendo a evolução das estrelas e do próprio Universo, buscando um maior aprofundamento no conhecimento sobre esses assuntos. Também para o 4º ciclo, sugere-se a utilização de figuras ilustrativas do modelo do interior da Terra, para melhorar a compreensão sobre a estrutura interna do planeta, bem como a utilização de imagens das paisagens de diferentes países do mundo, em diferentes épocas do ano, para ilustrar conseqüências das estações do ano e da esfericidade da Terra. Por fim, também para o 4º ciclo, é indicada pelos PCN a utilização de filmes de vídeo e imagens animadas por computador, tanto para ilustrar os processos que se entende terem ocorrido durante a evolução do planeta Terra, desde a sua origem, passando pelas diferentes épocas ou eras geológicas, até chegar aos dias de hoje, como também para ilustrar simulações de órbitas planetárias, visando um maior detalhamento do modelo de Sistema Solar concebido pelos estudantes.

*Realização de discussões e de apresentações orais, e produção de textos, murais, tabelas e gráficos*

Os PCN de Ciências, para o EF, e os PCN+ de Física, para o EM, propõem a realização de algumas discussões entre os estudantes, e que sejam promovidas e conduzidas pelo professor. Os PCN+, por exemplo, afirmam ser oportuno, no final do EM, que os alunos se dediquem a discussões de conteúdos com grande significado científico e filosófico, tal como, dentre outros, a história da vida, e se ela resultou, por exemplo, da evolução de moléculas não-vivas, ou se teve origem extraterrestre.

Para o 4º ciclo do EF, os PCN de Ciências sugerem uma discussão que trate sobre a Epistemologia da Ciência, especificamente sobre relações entre ciência, tecnologia e sociedade, sobre verdade científica e sobre as responsabilidades sociais, envolvidas nas pesquisas e nas descobertas dos cientistas. Já para o 3º ciclo, os PCN estimulam o desenvolvimento de discussões que tenham, como pano de fundo, temas relacionados à sustentabilidade, tais como a limitação dos recursos naturais, o seu uso exagerado, inadvertido ou deliberado, e as alternativas naturais e tecnológicas para a restauração do ambiente e seus custos.

Os PCN sugerem também, para o 3º ciclo, a realização de discussões ou a elaboração de murais, a respeito de temas tais como importância da água, diferentes tipos de poluição, e fatos que apareçam nos meios de comunicação, e que demonstrem as relações entre os recursos do planeta e as atividades humanas. Em etapas finais do 4º ciclo, atividades coletivas, como exposições em mural, ou comunicação oral de leituras a respeito do tema Big Bang, constituem uma sugestão de atividade feita pelos PCN de Ciências. Outra produção por meio de expressão oral é sugerida, mas para o 3º ciclo, e consiste na descrição dos movimentos do Sol, da Lua e das estrelas, bem como a localização dos pontos cardeais, durante o dia e durante a noite. Não sendo possível a realização de tal atividade ao ar livre, outra opção sugerida é a produção de textos.

Duas outras propostas de elaboração de textos, também para o 3º ciclo do EF, são feitas a respeito do tema estrutura interna da Terra e vulcões, para o qual os alunos deveriam explicar suas ideias e hipóteses a respeito da formação do planeta, e também a respeito do tema Terra e representações do Universo, no qual os alunos expliquem suas ideias e descrevam, com palavras, os desenhos que eventualmente tenham sido feitos, anteriormente, sobre o mesmo tema. Finalmente, a única proposta de construção de tabelas e gráficos, fica por conta dos PCN+ de Física, que sugerem que tal atividade seja desenvolvida com, dentre outros temas, o da descrição da posição relativa do Sol no céu, tanto ao longo de um dia, como ao longo de um ano.

### *Realização de atividades extraclasse*

Tanto para o 3º, quanto para o 4º ciclo do EF, os PCN de Ciências sugerem que os alunos tenham oportunidades de realizar atividades extraclasse. Para o 3º, é destacado que, para a construção e ampliação do repertório de imagens do Universo, conhecidas pelos alunos, é importante a realização de visitas preparadas a observatórios, planetários, associações de astrônomos amadores, museus de Astronomia e de Astronáutica. Já para o 4º ciclo, é afirmado que visitas a observatórios e planetários podem ser úteis, neste nível de ensino, para que os estudantes possam aprofundar sua compreensão, bem como detalhar mais os seus próprios modelos de Sistema Solar.

### **3.4 Temas e conteúdos de Astronomia nos PCN**

#### *a) História, Epistemologia e Filosofia*

No que diz respeito à história antiga ocidental da Astronomia, os PCN de Ciências para o EF destacam que o entendimento sobre a forma da Terra, sobre as características de seus movimentos de Rotação e Translação, e as conseqüências climáticas e biológicas desses fenômenos, são conhecimentos que tiveram um longo percurso até a sua sistematização atual. Mais especificamente para o 3º ciclo do EF, há a lembrança de que o conhecimento das regularidades dos movimentos dos astros no céu é anterior à existência das cidades urbanas, bem como uma recomendação de que haja uma busca pela valorização dos conhecimentos de povos antigos para se explicar os fenômenos celestes. Já para o 4º ciclo, os PCN sugerem a introdução mais freqüente de tópicos da História da Ciência e da Astronomia, como por exemplo, o caso do monumento de Stonehenge, construído já há cerca de 4500 anos para o auxílio de observações do céu, em dias de solstícios e de equinócios. E, novamente, reforçam a sugestão de haver uma valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando ainda o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje.

Os PCN para Física no EM, enfatizam que a Física é uma construção histórica, uma atividade social humana, e que, portanto, emerge da cultura. Lembra também que os modelos científicos não são únicos nem finais, sucedendo-se assim ao longo do tempo, e, como exemplo disso, destacam a evolução dos modelos geocêntrico e heliocêntrico de mundo. Os PCN+ para Física no EM, dão a mesma ênfase ao entendimento de ser a Física uma construção histórica e humana, citando os mesmos exemplos, e destacando ainda a importância de se buscar, particularmente, as relações entre ciência e filosofia ao longo da história, e a evolução dos limites para esse conhecimento.

Os PCN de Ciências para o EF, tanto para o 3º como para o 4º ciclos, trazem ainda diversas menções diretas aos trabalhos de Copérnico, Galileu, Kepler e Newton, como exemplos de possíveis temas a serem desenvolvidos. Destacam que o desenvolvimento de suas notáveis teorias científicas, a partir do século XVI, representa um marco de início da Ciência Moderna, estabelecendo ainda novas relações entre a Ciência e a Tecnologia, como com a utilização de telescópios para se realizar observações do céu. E lembram também da importância para a humanidade o conhecimento, devido a Copérnico e Galileu, de que “a Terra está no céu”, bem como da importância das formulações da Mecânica e da Gravitação, por Newton, que viram a ser hegemônicas até o século XIX.

Particularmente para o 4º ciclo do EF, os PCN propõem um maior aprofundamento no entendimento das contribuições desses personagens da História da Astronomia, principalmente as atribuídas a Copérnico e a Galileu, verdadeiras revoluções na forma de se pensar e se enxergar a natureza.

A evolução do Sistema Geocêntrico de Mundo para o Sistema Heliocêntrico é largamente aproveitada na elaboração dos PCN, tanto para Ciências no EF, quanto para Física no EM. No 3º Ciclo do EF, os PCN sugerem um destaque sobre a questão de convenções criadas a partir do modelo geocêntrico, como pontos cardeais e constelações, serem até hoje referências nos sistemas de orientação cartográfica e em navegações aérea e marítima. Mas para todo o EF, é dada

também a ênfase de que, por ser o modelo geocêntrico mais intuitivo e natural, já existindo assim há séculos, representa um grande salto cognitivo a evolução para o modelo heliocêntrico. A compreensão sobre como os modelos geocêntrico e heliocêntrico explicam os movimentos dos astros, e sobre qual a importância histórica dessas diferentes visões, deve ser assim uma capacidade a ser desenvolvida, particularmente no 4º ciclo. Para o EM, nos PCN e PCN+ de Física, além da evolução entre esses modelos servir de exemplo sobre como a Física é uma construção humana, e que possui uma história, é destacada a necessidade da compreensão não só sobre como essa evolução se relaciona às transformações sociais que lhe são contemporâneas, mas também da identificação de características epistemológicas externalistas, tais como resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa evolução.

Aspectos de epistemologia, internalista e externalista, estão bastante presentes, tanto nos PCN para o EF, quanto nos PCN para o EM. Nos 3º e 4º ciclos do EF, um destaque especial é dado à questão de determinadas regularidades no céu serem úteis para medidas de tempo e para orientação, e que desde a antiguidade até os dias de hoje, contribuem na organização da vida em sociedade em diversas culturas do planeta. Algumas associações dessas regularidades com: mudanças de vegetação, de hábitos de animais, de épocas de chuvas, de temperaturas, do tamanho da sombra de Gnômons; a alternância de estrelas visíveis ao longo do ano, de estações, de épocas de chuva; tanto por povos antigos e como mais modernos, de diversas partes do globo; trouxeram contribuições para o desenvolvimento desses povos, como por exemplo na construção de diversos tipos de calendários, no planejamento de colheitas e no cuidar de animais, no desenvolvimento de outras áreas de conhecimento como a Geometria. Alguns desses aspectos são abordados também nos PCN de Física para o EM, de forma mais superficial.

Para o 3º ciclo do EF, é destacado que a existência de mudanças nas explicações sobre a natureza é algo recorrente em várias áreas da Ciência. E que atualmente, por exemplo, há muitas questões em aberto, inclusive com repercussões filosóficas, tal como a origem da Vida e do Universo. Segundo ainda os PCN, para o 4º ciclo, a complexidade da reflexão sobre a natureza do conhecimento e do fazer científico e

tecnológico deve ser abordada. Assim, as relações entre uma sociedade de uma determinada época, e o advento de novas concepções científicas nesse período, bem como o papel da tecnologia no desenvolvimento de novos conhecimentos, devem ser temas presentes no 4º ciclo, apresentando-se, desta forma, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, e os possíveis desdobramentos existentes para esses temas. Os PCN sugerem, ainda, que o entendimento sobre como ocorre a construção de novos modelos de determinados fenômenos, por meio de ruptura com antigas concepções, deva ser algo também presente.

Nos PCN de Física, e principalmente nos PCN+, para o EM, a ênfase em aspectos de epistemologia ficam por conta das relações entre o desenvolvimento de conhecimentos da Física e da Astronomia, e as sociedades dentro das quais ocorre esse desenvolvimento. Assim, sobre os modelos explicativos da origem, da constituição e do funcionamento do Universo, por exemplo, devem-se conhecer aspectos que relacionem tais modelos às culturas que os desenvolveram, procurando ainda se comparar esses aspectos, e identificar formas pelas quais esses modelos influenciaram as culturas humanas dentro das quais se encontram inseridas.

Nos PCN e PCN+ de Física para o EM, um último destaque importante é a questão de se articular visões de mundo e compreensões do Universo com ênfase em temas de cunho mais filosófico, permitindo um entendimento sobre escalas de tempo no Universo e sobre a presença da vida humana no Universo, buscando as relações entre ciência e filosofia ao longo da História.

E nos PCN para Ciências no EF, um último destaque fica por conta da abordagem de temas contemporâneos da História da Astronomia, tais como: a conquista espacial do século XX; a evolução tecnológica dos instrumentos de observação do céu nos últimos dois séculos; o desenvolvimento da teoria da Relatividade Geral por Einstein, suplantando as teorias de Newton que vigoravam há séculos; e ainda o desenvolvimento do atual modelo cosmológico de Universo em expansão, o qual teria se iniciado no instante chamado de Big-Bang.

## *b) Astrometria e Observação da Esfera Celeste*

Esta temática é presente quase que exclusivamente nos PCN de Ciências para o EF. Neste documento, há estímulos: para a realização de observações diretas e indiretas (p.ex. astrofotografias) do céu; para o entendimento sobre como se orientar a partir dessas observações; para a percepção sobre os diferentes movimentos dos astros, e sobre as causas, e algumas conseqüências, dessas diferenças; para o entendimento sobre como se podem construir calendários a partir das periodicidades dos movimentos dos astros.

Para o 3º ciclo, os PCN sugerem o desenvolvimento de conceitos relativos à orientação. Explica-se sobre a aparição histórica da necessidade de orientação, a partir de quando o ser humano deixou de ser nômade, necessitando assim se locomover para locais específicos, o que o fez por meio de construção de referências, como os pontos cardeais e as constelações. E tanto para o 3º, como para o 4º ciclo, sobre os pontos cardeais, é desenvolvida a descrição do seu significado - sua relação com o eixo de rotação da Terra -, e de como se pode determiná-los - observação do movimento dos astros em torno da direção norte-sul -.

É necessário apontar que, na proposta dos PCN para o 3º ciclo do EF, foi notado que os trechos grifados a seguir

(...) registra-se que o Sol nasce sempre do mesmo lado do horizonte (Leste), desaparecendo no lado oposto (Oeste). Para essa investigação, podem ser organizadas observações do horizonte em algumas horas do dia, principalmente no nascente e no poente do Sol. Após alguns dias seguidos, a regularidade dos pontos de nascente e poente, definidos como pontos cardeais Leste e Oeste, pode ficar bem marcada para os alunos (BRASIL, 1998, p.63, grifo nosso).

(...) Marcando o comprimento dessas sombras, os alunos podem elaborar explicações para o tamanho e a direção delas, compreendendo melhor a trajetória do Sol, marcando o nascente (ponto Leste), o poente (ponto Oeste) e o Norte-Sul pela

perpendicular que faz a menor sombra — a do meio-dia, em relação à reta Leste-Oeste (BRASIL, 1998, p.63, grifo nosso).

podem levar à incorreta interpretação, de que o Sol sempre nasce e se põe junto aos pontos cardeais Leste e Oeste. Neste caso particular, talvez se pudesse ter formulado um texto, no qual fosse enfatizada a diferença existente entre o conceito de “pontos de nascente e de poente” e o conceito de “pontos cardeais Leste e Oeste”.

Várias explicações e descrições dos movimentos dos astros - Sol, Lua, planetas estrelas - na esfera celeste são desenvolvidas nos PCN, tanto para o 3º ciclo, mas principalmente para o 4º ciclo do EF. Particularmente, as diferentes trajetórias do Sol no céu ao longo do ano, em diferentes locais de observação, aparecem como um tema de grande destaque. E este é o único tema que também está presente nos PCN para Física no EM: a posição relativa do Sol, ao longo do dia ou do ano, constitui um tema-exemplo para explicação sobre a competência de se construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas, no caso, por meio da construção de tabelas de dados sobre a observação do Sol, e a posterior transformação delas em gráficos.

A proposta de observação e de descrição dos movimentos dos planetas visíveis a olho nu, entre as constelações zodiacais, também está presente, mas apenas para o 4º ciclo do EF. Já o tema das constelações em si é proposto tanto para o 3º como para o 4º ciclos. A constelação do Cruzeiro do Sul é a principal referência a ser utilizada na observação das constelações, segundo os PCN, sendo que para o 4º esse destaque é mais amplamente explicado, devido às possibilidades de observação no hemisfério sul, e à sua localização estratégica em relação ao pólo sul celeste. Ainda no 4º ciclo, a existência de diferentes constelações visíveis e de referência, para cada época do ano, como Órion e Escorpião, é também destacada e explicada. E ainda é lembrada a questão de não haver um movimento relativo entre as estrelas que seja perceptivo, de maneira que as constelações sempre mantêm o mesmo “contorno” ao longo do tempo.

Ainda sobre movimentos dos astros, a dependência desses movimentos com o local de observação também é tema presente nos PCN para o EF, principalmente para o 4º ciclo. É dada a explicação de que, por ter a Terra um formato esférico, observadores em diferentes latitudes e longitudes, quando observam um astro simultaneamente, verificam que a altura e a direção do astro, em relação ao horizonte, são diferentes para cada um deles. E também de que essa verificação, feita ao longo do tempo, leva à percepção de o astro também se mover de maneira diferente.

Finalmente, um tema recorrente nos PCN para o EF, mais especificamente para o 3º ciclo, é o da medida de tempo por meio da construção de calendários. Diversas são as menções sobre a importância da construção de calendários. Mas também é esclarecido que, por meio da observação das regularidades presentes na variação da direção e do tamanho da sombra de um Gnômon, ou de um Relógio de Sol, ao longo de um dia e ao longo de um ano, pode-se realizar a construção de calendários, e que foi basicamente este o principal método para fazê-lo, usado no passado das civilizações atuais.

### *c) Sistema Terra-Lua-Sol*

A comparação entre os tamanhos e as distâncias relativas entre Terra, Sol e Lua, a qual permite um reconhecimento de ordens de grandeza de medidas astronômicas, segundo os PCN, constitui um tema presente tanto nos PCN de Ciências para o 3º ciclo do EF, quanto nos PCN+ de Física para o EM. Todavia, é apresentado de forma superficial, apenas sendo indicado como um possível tema a ser abordado.

Já o tema Rotação da Terra, associado ao fenômeno da Sucessão dos Dias e das Noites, aparece com maior ênfase, tanto para os 3º e 4º ciclos do EF, quanto para o EM. Nos PCN para o 3º ciclo do EF, é explicado que a iluminação do Sol durante o dia, e a ausência dela durante a noite, dita os ritmos biológicos de plantas, animais e sociedades humanas. Já no 4º ciclo, há um direcionamento para uma melhor compreensão sobre o fenômeno da Rotação da Terra, a qual gira em torno de um eixo imaginário, que liga os Pólos Norte e Sul terrestres, definindo ainda no céu os

chamados Pólos Norte e Sul celestes, em torno dos quais todos os astros parecem girar. É feita também a explicação sobre o fato de que, como todos os astros visíveis a olho nu partilham de um mesmo movimento geral, de nascer no horizonte leste e se por no horizonte oeste, há a possibilidade de se explicar tal fenômeno tanto considerando a Terra fixa e os astros realizando tal movimento, quanto considerando a Terra em rotação e os astros realizando, por conta disso, um movimento aparente no céu. Para o EM, por sua vez, a rotação da Terra é associada ao princípio de conservação do momento angular, o qual vem ainda a explicar não só a manutenção da velocidade angular do planeta, como também a manutenção da direção do seu eixo de rotação, ao longo de um ano.

Noções de força gravitacional, numa abordagem qualitativa, são fortemente sugeridas como tema pelos PCN, particularmente para o 4º ciclo de Ciências no EF, mas também para Física no EM. Nessa abordagem, indica-se buscar uma compreensão sobre como as ideias de Newton, que relacionam força gravitacional, massas e distâncias, dão conta de explicar movimentos da Terra, e os movimentos orbitais de corpos celestes de grande massa, como o Sol e a Lua, ao mesmo tempo em que explicam os movimentos dos objetos junto à superfície do planeta. E ainda, salientam os PCN, que a atração gravitacional também é a responsável tanto pelos movimentos orbitais de corpos artificiais, como satélites, sondas e estações espaciais, como também por fenômenos astronômicos que podem se manifestar e serem percebidos no cotidiano das pessoas, como as marés, que são observadas nas praias todos os meses.

As marés estão associadas, naturalmente, ao fenômeno das Fases da Lua. E os PCN de Ciências e de Física indicam que este tema deve ser amplamente analisado e compreendido, ao longo, principalmente, do 3º ciclo do EF, e também no EM. Todos os principais aspectos relacionados às Fases da Lua - quais os tipos, qual o aspecto visual da Lua em cada um, quando ocorrem, quais os horários de nascer de pôr da Lua para cada fase, o porquê de existirem diferentes fases - são apresentados e sugeridos como assuntos a serem desenvolvidos pelos professores. O mesmo destaque, por outro lado, não é dado ao fenômeno dos Eclipses, principalmente nos PCN para o EF. Neste, há apenas sugestões de temas,

associados ao fenômeno, mas principalmente ligados à natureza da luz, como projeção de sombras, intensidade luminosa, produção, absorção e reflexão de luz, etc. E, para o EM, o fenômeno dos Eclipses é apenas indicado como um tema a ser retomado, junto do das fases da Lua.

Um conjunto de temas, intimamente relacionados, recebe um significativo destaque ao longo dos PCN para o EF, sendo ainda sugerida a sua retomada nos PCN para o EM. Esse conjunto de temas trata das relações de causa e efeito entre, de um lado, como causas: esfericidade da Terra, movimentos de rotação e translação do planeta, inclinação do eixo de rotação em relação ao seu plano orbital ao redor do Sol, a grande distância Terra-Sol, e a existência de fusos horários e convenções, tais como horário de verão. E, de outro lado, como efeitos: as variações anuais da trajetória do Sol no céu e de sua iluminação, da direção e do tamanho da sombra de um Gnômon, do horário diário de ocorrência da menor sombra de um Gnômon, do horário de nascer e de pôr dos astros (Sol, Lua e estrelas), e da duração do dia e da noite; e a existência das estações do ano e de diferentes climas em diferentes regiões do planeta.

Nas sugestões para o 3º ciclo do EF, os PCN indicam a explicação de que, por ter a Terra forma esférica, possuindo ainda seu eixo de rotação uma inclinação significativa em relação ao seu plano de translação, diferentes regiões dela captam a luz e o calor do Sol com intensidades sensivelmente diferentes, ao longo de um ano, constituindo assim variados climas e biomas, característicos das latitudes em que se encontram.

Ainda para o 3º ciclo, os PCN apontam como temática as variações diárias e anuais da direção e do tamanho da sombra de um Gnômon, ou de um Relógio de Sol, e a causa associada às regularidades desse fenômeno - as diferentes trajetórias do Sol no céu ao longo do ano -, relacionando-o ainda à possibilidade de construção de calendários solares. Os PCN indicam também a necessidade de compreensão sobre a questão de que, por existirem os fusos horários, o horário de verão e algumas convenções dentro de um país, a sombra do meio-dia, observada com um Gnômon ou num Relógio de Sol, não ocorre sempre no horário do meio-dia civil. E,

finalmente, há um destaque para a realização de estudos sobre as razões - esfericidade da Terra, translação da Terra, inclinação do eixo de rotação e revolução da Lua ao redor da Terra (no caso das variações relativas à Lua) - para as variações do horário de nascer dos astros (Sol, Lua, Planetas e estrelas), em diferentes épocas do ano, as quais não são ainda as mesmas, para todos os locais da Terra. Sendo que, naturalmente, as variações do horário de nascer e pôr do Sol são associadas às variações de duração dos dias e das noites, ao longo do ano.

Já para o 4º ciclo do EF, os PCN propõem um expressivo aprofundamento no entendimento das relações entre as diferentes trajetórias do Sol no céu e as variações da duração do dia e da noite, ao longo do ano, e a existência das Estações do Ano. Estes três fenômenos são diferentes efeitos, ocasionados pelo mesmo conjunto de causas - forma esférica da Terra, inclinação do eixo de rotação, movimentos de rotação e translação, grande distância Terra-Sol - e os PCN sugerem uma ampla compreensão a respeito desses pontos, particularmente detalhando o fenômeno das Estações do Ano, lembrando, por exemplo, que não há relações destas com a variação da distância Terra-Sol. Por fim, os PCN também indicam, como relevante, a apresentação da questão de que a altura do Sol, em relação ao horizonte, avaliada num mesmo horário local, mas em diferentes locais do planeta, é diferente, devido à forma esférica da Terra.

Para o EM, há apenas a sugestão de se abordar as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol, para a descrição dos fenômenos astronômicos, tais como duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses, etc.

#### *d) Sistema Solar*

Este tema é proposto, nos PCN, sob duas perspectivas. A primeira diz respeito a noções sobre características dos corpos que compõe o Sistema Solar, preferencialmente sendo desenvolvidas de uma forma comparativa. Já a segunda, diz respeito à compreensão de como a força da gravidade, e as leis da dinâmica, definem os movimentos relativos entre os corpos do Sistema Solar.

Nos PCN de Ciências para o 3º ciclo do EF, há indicações de informações gerais sobre os nove planetas<sup>4</sup>, seus satélites e sobre cometas do Sistema Solar, dentro da sugestão de busca e organização de características dos membros do Sistema Solar. Tal sugestão é ampliada para o 4º ciclo, pois é proposto um maior detalhamento sobre o atual modelo de Sistema Solar, aceito pela ciência, incluindo-se aí características sobre escalas e proporcionalidade de tamanhos e distâncias, tanto numa comparação dos corpos do Sistema Solar entre si, como deles para com outros objetos e conjuntos de objetos do Universo. Esse reconhecimento das ordens de grandeza de medidas astronômicas é retomado como sugestão nos PCN de Física para o EM.

As comparações, particularmente entre planetas do Sistema Solar, são ainda fomentadas pelos PCN sob a perspectiva da possibilidade de existência de vida fora da Terra. Nessa perspectiva, os PCN para o 3º ciclo do EF indicam que a comparação entre planetas do Sistema Solar pode ser útil. Ela revela que os planetas têm características muito diferentes da Terra, o único planeta onde são conhecidos seres vivos, graças à presença de água em estado líquido e atmosfera de gases, que possibilitam temperaturas compatíveis com a vida. Essa atmosfera, retida pela própria gravidade terrestre, possui, no seu estado atual, o oxigênio, que dá condições a uma grande diversidade de seres vivos que dele dependem, ao lado de outros que dele prescindem, como as bactérias anaeróbias. E ainda, é estimulado pelos PCN o estudo sobre a formação do Sistema Solar, com o intuito de auxiliar na compreensão sobre a história evolutiva dos seres vivos que existem, ou que é sabido que já existiram, no planeta Terra.

Nos PCN de Física para o EM, há a citação de exemplos de informações, presentes em jornais, programas de televisão e em outras mídias, que, segundo os PCN, deveriam ser tratados em sala de aula. Dentre eles, destacam-se alguns temas ligados ao Sistema Solar, tais como notícias de: missões espaciais, possíveis colisões de asteróides com a Terra, e sobre o desenvolvimento de tecnologias de envio de sondas e de satélites ao espaço.

---

<sup>4</sup> Os PCN foram produzidos antes da criação da categoria de planetas anões.

Já a respeito da força da gravidade e das leis da dinâmica, os PCN sugerem a abordagem desses temas ao longo tanto do EF, quanto do EM. Tanto para o 3º quanto para o 4º ciclo do EF, os PCN abordam a questão de Newton explicar os movimentos dos corpos do Sistema Solar pela gravidade entre eles, a qual os mantém em constante atração entre si, dependendo da massa de cada um e da distância entre eles, submetendo, ainda, os corpos do Sistema Solar às mesmas leis mecânicas válidas na Terra.

Especificamente para o 4º ciclo do EF, os PCN propõem discussões qualitativas mais elaboradas sobre conceitos de força da gravidade, tendo ainda os movimentos dos corpos do Sistema Solar como exemplo de aplicação prática. Tal proposta é reforçada nos PCN de Física para o EM, no qual a interação gravitacional tem destaque, particularmente na análise de sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra, caso do Sistema Solar. Mas na abordagem desse tema, a compreensão sobre as interações gravitacionais, para explicar aspectos do movimento do Sistema Solar, deve ser feita também por meio da identificação de relações de conservação. Sugere-se reconhecer a existência de invariantes que impõem condições sobre o que pode e o que não pode acontecer em processos naturais, como é o caso da conservação da quantidade de movimento, que pode ser utilizada para prever o movimento dos planetas e suas velocidades ao redor do Sol.

#### *e) Astrofísica Estelar, Galáctica e Extragaláctica*

Ao longo dos PCN, tanto de Ciências para o EF, quanto de Física para o EM, há indicativos de sugestões de abordagem de temas ligados à Astrofísica Estelar, Galáctica e Extragaláctica. Mas não com uma ênfase expressiva, que destacaria esses temas em relação aos demais sugeridos.

Para o 3º ciclo do EF, é sugerido se realizar uma busca e uma organização a respeito de informações sobre corpos celestes, dentre os quais estrelas e galáxias, para elaborar uma concepção de Universo. E é indicada ainda, já para o 4º ciclo, a identificação da atração gravitacional como a força responsável pelos movimentos

desses astros. Para o EM, por sua vez, os PCN+ reforçam essas duas sugestões, particularmente destacando a necessidade de se reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas, relacionadas também a estrelas e galáxias, e ainda a interação gravitacional, sob a perspectiva de que ela é essencial para a análise de sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que são observadas na superfície da Terra.

Fenômenos e corpos tais como buracos negros, estrelas de nêutrons, gigantes vermelhas, anãs brancas, quasares, e outros fenômenos envolvendo a evolução das estrelas e do próprio Universo, podem ser estudados já no 4º ciclo do EF, segundo os PCN. Mas um maior aprofundamento, a respeito desses temas, sugere-se ser realizado no EM, particularmente para se buscar uma compreensão sobre a geração de energia nas estrelas, e para se obter noções sobre a constituição elementar da matéria e energética estelar. As relações entre o mundo das partículas elementares e o mundo das estrelas e galáxias, bem como os métodos para investigação dessas relações, é proposto também como tema para o EM nos PCN+. Finalmente, é apontado nos PCN+ que o tema estrelas faz parte do imaginário dos alunos do EM, e que é importante, para responder a esse interesse, se apresentar instrumentos que lhe permitam indagar, dentre outros temas, sobre o “mundo fascinante das estrelas” (BRASIL, 2002).

A Galáxia, ou Via Láctea, é abordada como tema já para o 3º ciclo do EF, sendo caracterizada como um grande aglomerado de estrelas, uma galáxia que se move como um conjunto, dentro do qual se situa o Sistema Solar. Ainda nesse ciclo, os PCN lembram que telescópios potentes foram os principais recursos tecnológicos que permitiram constatar a existência de outras galáxias, e verificar que todas elas se distanciam entre si. E, para o 4º ciclo, afirmam que entender a estrutura da galáxia e do Universo, e os modelos que as explicam, é algo que depende de uma gradativa formação de visão de mundo, mais do que de um conjunto de observações sistemáticas realizadas pelos estudantes.

## *f) Cosmologia*

O tema Cosmologia é um dos mais largamente contemplados nos PCN, tanto para o EF, quanto para o EM. Os principais subtemas associados são: comparações entre os sistemas de mundo/universo geocêntrico e heliocêntrico<sup>5</sup>; características do atual sistema de Universo aceito pela ciência; Big Bang; compreensão, concepção e visão cosmológica de Universo; relações entre Física e Cosmologia; e relações entre Gravitação e Cosmologia.

A apresentação e a descrição dos modelos geocêntrico e heliocêntrico de mundo são amplamente desenvolvidas nos PCN de Ciências para o EF. Para ambos os ciclos, são explicados em detalhes os modelos geocêntrico e heliocêntrico, destacando-se a importância de ser desenvolvida a capacidade de compreender como as teorias geocêntrica e heliocêntrica de Universo explicam os movimentos dos corpos celestes.

Segundo os PCN, os modelos geocêntrico e heliocêntrico, apesar de já existirem há séculos, demandam certo grau de imaginação e de visão espacial para serem compreendidos. Principalmente o heliocêntrico, segundo os PCN, devido ao conflito entre ele e a observação do movimento do Sol no céu ao longo do dia, a qual favorece mais à aceitação do modelo geocêntrico. Este último seria assim um tanto mais natural, já que ele é construído a partir da observação direta dos movimentos dos astros no céu, com referência ao próprio observador na superfície terrestre, e não a um referencial externo. O heliocêntrico, apesar de ser menos natural, teria a “vantagem” ser um modelo que possui respaldo nas teorias físicas desenvolvidas por Isaac Newton.

---

<sup>5</sup> Caso se entenda a palavra Universo com o significado de “tudo o que existe”, um pouco de reflexão, associada ao conhecimento de episódios da história da ciência, pode levar à percepção de que um melhor significado para essa palavra talvez pudesse ser “tudo o que se sabe existir”. Afinal, seria possível incluir, numa concepção de Universo físico-material, elementos que não sejam conhecidos?

Seguindo-se este raciocínio, pode-se então considerar que, antes da invenção do telescópio, o Universo concebido só poderia ser composto por aquilo que se pode ver a olho nu. E, com isso, os modelos de mundo geocêntrico e heliocêntrico poderiam então ser considerados como autênticos modelos Cosmológicos de Universo, pois abarcavam todo o Universo conhecido durante os períodos em que vigoraram e foram aceitos.

Ainda para o EF, os PCN trazem alguns subsídios a respeito do atual modelo cosmológico de Universo, explicando que este, visto numa certa seqüência, assemelha-se às imagens de um filme feito com câmara de lentes do tipo zoom. “Indo mais longe no zoom”, pode-se conceber o Universo ainda mais amplo, situando o Sistema Solar no interior do aglomerado de estrelas conhecido como Via Láctea, esta no interior de aglomerados de galáxias, e estes no interior de superaglomerados de galáxias.

O desenvolvimento do atual modelo cosmológico, segundo os PCN para o 3º ciclo, foi possível graças ao desenvolvimento de telescópios potentes, que permitiram constatar a existência de outras galáxias, e verificar que todas elas se distanciam entre si. Essa observação também propiciou a criação de um modelo do Universo em expansão a partir de uma grande explosão, o Big-Bang.

O Big-Bang é tema recorrente, tanto nos PCN para o EF, quanto para o EM. Para o EF, é destacado que a partir do advento da teoria do Big-Bang, surgiram novas questões sobre a origem do Universo e sua evolução: se teve um início, debate-se a possibilidade de poder ter um fim, ou se se trata de um Universo pulsante, que se expandiria e depois se contrairia, cujo fim coincidiria com o próprio início, processo que se repetiria indefinidamente; é por isso um tema propício para investigações por parte de alunos, segundo os PCN. Para o EM, a abordagem proposta pelos PCN+ é a de se identificar diferentes explicações sobre a origem do Universo, confrontando concepções religiosas, mitológicas e científicas, elaboradas em diferentes momentos da história do ser humano.

A busca por maiores compreensões do Universo, e de elaboração de concepções sobre ele e sobre os modelos que o descrevem, é tema presente em todos os PCN, principalmente para o EM. No EF é afirmado que compreender o Universo, projetando-se para além do horizonte terrestre, para dimensões assim maiores de espaço e de tempo, pode dar novo significado aos limites do planeta Terra e da existência do ser humano no Cosmos. E que, portanto, o aluno deve ser incentivado a buscar e organizar informações sobre elementos astronômicos, que o auxiliem a elaborar uma concepção própria de Universo.

Para a disciplina de Física no EM, os PCN abordam diversas relações entre a Cosmologia e os conhecimentos físicos. É destacado que a Cosmologia, no sentido amplo de visão de mundo, e inúmeras tecnologias contemporâneas, são diretamente associadas ao conhecimento físico, de forma que um aprendizado culturalmente significativo e contextualizado da Física transcende naturalmente os domínios disciplinares estritos. Sugerem ainda que ao propiciar esses conhecimentos da Cosmologia, e de articular assim toda uma visão de mundo, o aprendizado da Física promove de uma compreensão dinâmica do Universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, e capaz, portanto, de transcender os limites temporais e espaciais do ser humano.

Ainda para o EM, os PCN afirmam que a possibilidade de um efetivo aprendizado de Cosmologia depende do desenvolvimento da teoria da gravitação. Os PCN+, por sua vez, destacam a interação gravitacional na abordagem da Cosmologia, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que são observados na superfície da Terra.

#### *g) Planeta Terra*

O tema Planeta Terra é o único, dos temas analisados, restrito apenas aos PCN de Ciências para o EF. É subdividido, essencialmente, nos subtemas: estrutura interna da Terra e história geológica do planeta; forma esférica da Terra e algumas consequências; água, poluição e sustentabilidade.

É dada uma significativa ênfase para o primeiro subtema, ao longo tanto da proposta para o 3º como para o 4º ciclos do EF. São feitas explicações a respeito da questão de que, desde sua formação, há bilhões de anos, a Terra está num constante processo de transformações, que se refletem, por exemplo, nas variações das paisagens ao longo do tempo. E que tais transformações se associam diretamente à dinâmica da estrutura interna da Terra, a qual envolve elementos como vulcões, terremotos, deriva de continentes, placas tectônicas, alterações de relevo e de composição de rochas e da atmosfera, e mudanças climáticas. É destacada, ainda,

a importância histórica do estudo dos fósseis de seres vivos, para uma melhor compreensão sobre as transformações pelas quais o planeta passou, e sobre os tipos de ambientes que existiram no passado da Terra.

Tanto para o 3º ciclo do EF, como para o 4º, os PCN ressaltam que existe uma relação direta entre o tipo de material que sai dos vulcões e características das camadas interiores da Terra. Para o 4º ciclo, há a proposta de aprofundamento dessa relação, apontando-se, por exemplo, que o estudo de vulcões e terremotos pode servir de embasamento para a teoria da formação do planeta - que em sua origem era muito quente, e que o resfriamento até hoje só ocorreu em sua superfície -. Especificamente ainda para o 4º ciclo, é lembrado que a ocorrência de vulcões e terremotos tem ligação com os movimentos das placas tectônicas, o que pode ser percebido a partir da análise das regiões do planeta onde essas catástrofes ocorrem, e as regiões onde diferentes placas tectônicas se encontram.

Finalmente, para o 4º ciclo, os PCN destacam as informações e evidências reunidas pela Ciência atual, que permitem estabelecer uma linha do tempo na qual eventos significativos sejam coordenados e relacionados, tais como: a origem do planeta; o seu esfriamento e a formação da água líquida; a formação da atmosfera em íntima relação com a proliferação dos seres vivos clorofilados; a mudança de posição dos continentes; a ocupação dos ambientes terrestres pelas plantas; e a formação dos solos e o surgimento dos vertebrados e dos seres humanos. Os PCN enfatizam, ainda, a importância de se destacar o longo tempo geológico para a formação e reposição natural de recursos da biosfera, comparado ao curto tempo em que a humanidade os consome e destrói.

A forma da Terra é um subtema também presente na proposta dos PCN, para ambos os ciclos do EF. Para o 3º ciclo, um dado destacado é o da relação entre: de um lado, as dimensões de cadeias de montanhas, vales, mares, oceanos e atmosfera; e, de outro, as dimensões do planeta como um todo. Tal relação leva à compreensão de que o planeta é essencialmente “liso”, com irregularidades desprezíveis frente ao seu tamanho. Ainda para o mesmo ciclo, a respeito da forma esférica da Terra, os PCN afirmam ser interessante investigar como os raios solares

atingem o planeta de forma diferenciada, para cada latitude que se considere, o que implica numa distribuição da luz e calor de forma específica para cada região, o que explica assim a origem das diferentes zonas climáticas do globo.

Além da forma esférica implicar em diferentes incidências da luz solar, para diferentes latitudes, os PCN lembram que todo o céu se modifica para diferentes latitudes: os astros visíveis não são necessariamente os mesmos, nem se encontram nas mesmas posições em relação ao horizonte de observação. Ainda para o 3º ciclo, os PCN destacam a importância de se incorporar a dimensão planetária da Terra, descentrando-se do lugar geográfico de observação, para assim propiciar melhor compreensão sobre esses fenômenos relacionados à forma da Terra. No 4º ciclo, essas questões são retomadas, quando se ressalta a dificuldade em se localizar no globo e imaginar a Terra esférica, girando em torno do Sol, de forma inclinada em relação ao plano de translação, em trajetória praticamente circular, percorrendo o espaço, e mudando sua posição em relação ao Sol e às estrelas à sua volta. E também quando os PCN lembram que constelações, estrelas e galáxias podem ser observadas o ano inteiro ou nunca, dependendo da posição em que os observadores se encontram na Terra.

A água e sua importância para o planeta constituem um subtema proposto apenas para o 3º ciclo do EF. Primeiramente, é lembrado que a água, representa atualmente  $\frac{3}{4}$  da superfície terrestre, e que foi fundamental para a origem da vida, diferenciando nosso planeta. Também é destacado que os fenômenos dos quais a água participa, como intemperismo, erosão, assoreamento, circulação do ar, clima, dissolução de substâncias e manutenção da vida, são fundamentais para a organização da superfície terrestre em litosfera, biosfera, hidrosfera e atmosfera. E que a compreensão desses domínios, bem como as inter-relações entre eles, ajuda a construir a idéia da dinâmica da Terra.

Finalmente, os PCN para o 3º ciclo fazem alertas a respeito de questões ligadas à poluição do meio ambiente e à sustentabilidade. São lembradas as formas de poluição que ocorrem no ar da atmosfera, nos mares, rios, e nos solos, sendo que a poluição, nestes últimos, leva ainda à contaminação de fontes subterrâneas de água

doce. E é ainda destacado o fato de que recursos como água doce, ar, solo, minerais e árvores podem ser reduzidos drasticamente pelo seu uso exagerado, inadvertido ou deliberado, e que a atmosfera e o oceano têm capacidade limitada de absorver resíduos. Reciclagem, preservação do meio ambiente, e alternativas naturais e tecnológicas para a restauração do ambiente e seus custos são questões ressaltadas pelos PCN devido à sua importância e atualidade.

#### *h) Astrobiologia*

Alguns trechos dos PCN de Ciências para o 3º ciclo do EF, bem como dos PCN+ de Física para o EM, possuem relação com o tema Astrobiologia - o estudo sobre a existência de vida fora do planeta Terra -. Em cada documento, uma ênfase diferente é dada para o tema.

Para o 3º do EF, os PCN destacam o desconhecimento, até o momento, da existência de formas de vida no Universo, além das que se encontram no planeta Terra, fato que reforça a necessidade de conscientização sobre a responsabilidade do ser humano para com a manutenção da biosfera. Sugerem ainda que a comparação entre planetas do Sistema Solar pode ser útil, por poder revelar que os planetas têm características muito diferentes da Terra, e que graças à presença, particularmente, de água em estado líquido e atmosfera de gases - em especial o oxigênio, que dá condições a uma grande diversidade de seres vivos que dele dependem -, o que possibilita temperaturas compatíveis com a vida, é que ela é o único planeta onde são conhecidos seres vivos. Finalmente, lembram que os fósseis de seres vivos extintos no passado, sugerem ambientes terrestres organizados de formas muito diferentes daquelas conhecidas atualmente, mas que propiciaram o surgimento da vida, e que a procura por condições semelhantes, em outros lugares do Universo, é uma via de estudo na busca de vida extraterrestre.

Para o EM, os PCN+, a ênfase da proposta reside na busca de compreensão sobre o surgimento da vida. É lembrado que este é um com grande significado científico e filosófico, mas que também é polêmico, já que envolve várias interpretações sobre a história da vida, como, por exemplo: a de que seu surgimento foi decorrência de um

acidente ; a que se resultou de um projeto elaborado por uma força superior; que houve uma evolução de moléculas não-vivas; que teve origem extraterrestre. Seria possível, assim, confrontarem-se diferentes explicações sobre o assunto, de natureza científica, religiosa ou mitológica, elaboradas ainda em diferentes épocas da história. O PCN+ sugerem, por fim, que a temática da presença da vida humana, no Universo, seja desenvolvida de forma ampla, levando-se em conta aspectos filosóficos e científicos, e buscando se ter em mente as condições físicas, químicas e biológicas para sua existência , para assim se adquirir uma compreensão cósmica do surgimento da vida, situando-a temporal e espacialmente no Universo.

### *i) Astronáutica*

O tema Astronáutica é abordado de forma superficial nos PCN. Todavia, tanto os PCN de Ciências para o EF, quanto os PCN e PCN+ de Física para o EM tocam nesse tema, especificamente tratando: do desenvolvimento da Astronáutica no século XX; da importância do conhecimento da Gravitação Universal para a Astronáutica; e da presença da Astronáutica no noticiário científico da atualidade.

Para o 3º do EF, os PCN ressaltam a importância do desenvolvimento, ocorrido nas últimas décadas, de lunetas, telescópios, e especialmente de foguetes, satélites artificiais, naves, da corrida espacial que levou ao pouso tripulado na Lua, e os não tripulados em Marte ou Vênus, além das sondas não tripuladas indo para Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, destacando que tais assuntos podem se constituir instrutivos temas de pesquisa por parte dos alunos.

É sugerida a exploração das relações entre a Astronáutica e a Gravitação Universal tanto nos PCN de Ciências para o 4º ciclo do EF, quanto nos PCN+ de Física para o EM. Para o EF, é sugerido abordar a questão de que as idéias de Newton sobre a gravidade, além de explicarem movimentos astronômicos, mediante as relações entre força, massa e distância, também possível relacionar fenômenos como as marés, as órbitas dos planetas, dos cometas e o movimento de objetos caindo na Terra, contribuindo de forma decisiva para o desenvolvimento da tecnologia de satélites orbitais e sondas espaciais. Para o EM, a temática é retomada de forma

aprofundada, ressaltando-se, particularmente, a abordagem que se utiliza das relações e leis de conservação da Mecânica, em conjunto com as interações gravitacionais, para se explicar aspectos do movimento de naves e satélites, além dos movimentos dos corpos do Sistema Solar, por exemplo.

Por último, tanto os PCN quanto os PCN+ destacam a significativa presença da Astronáutica no noticiário científico - com notícias como uma missão espacial , o desenvolvimento da comunicação via satélite, conquistas espaciais , novas descobertas de telescópios espaciais, como o Hubble -, divulgado pelos meios de comunicação. Enfatizam, ainda, que o aprendizado da Física é positivamente favorecido, quando os alunos acompanham esse tipo de noticiário.

### **3.5 Considerações**

No decorrer e ao fim da construção e do detalhamento das categorias de análise dos PCN, alguns resultados e algumas percepções se fizeram notar, e procurar-se-á agora explicitá-los e discuti-los, como num fechamento para este capítulo.

#### *Comparando os PCN de Ciências e os PCN e PCN+ de Física*

Primeiramente, é possível se fazer uma comparação, entre os PCN de Ciências e os PCN e PCN+ de Física, no que se refere à existência ou não, nesses documentos, de elementos pertencentes a cada uma das categorias e subcategorias construídas.

Quanto à primeira categoria, por exemplo, sobre a visão de aluno e sua relação com a aprendizagem de Astronomia, foi notado que os PCN e PCN+ de Física praticamente não possuem elementos que contemplem essa categoria. Exceção feita por algumas referências, existentes nos PCN+, sobre alguns dos principais interesses que os alunos possuem. Informações sobre como os alunos aprendem conceitos de Astronomia, e como evolui esse aprendizado, e sobre dificuldades e pré-concepções, relacionadas à Astronomia, são restritas apenas aos PCN de

Ciências para o EF. Particularmente na proposta para o 3º ciclo do EF, destaca-se uma maior quantidade de informações sobre as dificuldades e pré-concepções dos alunos. Isto talvez aconteça porque as crianças, nesse nível de ensino, em geral têm seus primeiros contatos com conhecimentos mais sistematizados da Astronomia. Uma maior atenção no processo de aprendizagem, que ocorre neste nível de ensino, seria assim, portanto, significativo.

No que se refere à segunda categoria, sobre a visão de ensino, e ações relacionadas a competências e habilidades que dizem respeito ao tema da Astronomia, foi observado certo equilíbrio e compatibilidade entre os documentos para as disciplinas de Ciências e de Física. Todos os cinco conjuntos de ações construídos foram contemplados pelos documentos para ambas as disciplinas. Foi observado apenas que nos PCN e PCN+ de Física há uma maior ênfase com relação à categoria sobre as ações que envolvem Conhecer, Acessar, e Acompanhar Notícias, do que há nos PCN de Ciências. E, ainda, na categoria sobre as ações de Identificar, Perceber, Reconhecer e Valorizar, apenas o 4º ciclo do EF é contemplado dentro da proposta para a disciplina de Ciências.

Na terceira categoria, sobre propostas e estratégias didáticas, ligadas à Astronomia, e a atuação do professor, identificou-se também elementos que a contemplam nos documentos para ambas as disciplinas. Porém, excetuando a presença de estratégias didáticas relacionadas às ações dos professores, esta terceira categoria é, tal qual a primeira, praticamente restrita aos PCN de Ciências. Pois tanto no que diz respeito a aspectos a serem considerados pelo professor em sua atuação junto aos alunos, quanto a atividades didáticas propostas para serem realizadas pelos alunos, há apenas duas sugestões nos PCN+ de Física que se relacionam a essas questões: uma a respeito de que os interesses dos alunos podem servir para favorecer e facilitar o envolvimento dos mesmos no processo de ensino e aprendizagem, e outra sobre a realização de discussões e de apresentações orais, e produção de textos, murais, tabelas e gráficos. Vale também ressaltar que, particularmente nos PCN+ de Física, é recorrente a proposta de que os alunos tomem conhecimento a respeito de determinados temas e conteúdos, mas sem que

se faça qualquer menção a algum tipo de estratégia didática para que isso seja realizado.

Já sobre os temas e conteúdos de Astronomia, apurou-se que há um significativo equilíbrio entre aqueles abordados pelos PCN de Ciências e pelos PCN e PCN+ de Física: com exceção do tema Astrometria e Observação da Esfera Celeste, que é quase que exclusivamente abordado nos PCN de Ciências, e também do tema Planeta Terra, este sim, uma exclusividade dos PCN de Ciências, todos os demais sete temas são contemplados nos documentos para ambas as disciplinas. Apenas dois detalhes, que também foram observados, são: a quase ausência do tema “Sistema Terra-Lua-Sol” nos PCN+ de Física, bem como a total ausência do tema “Sistema Solar” nesse mesmo documento; e a presença do tema Astrobiologia apenas como proposta nos PCN para o 3º ciclo do EF em Ciências, e como proposta também apenas nos PCN+ de Física para o EM.

Mas apesar de a maioria dos temas e conteúdos integrar as propostas dos documentos para ambas as disciplinas, em cada um deles foi notada a existência de maiores ênfases sobre determinados temas. Para a disciplina de Ciências, os temas “Astrometria e Observação da Esfera Celeste” e “Sistema Terra-Lua-Sol” são aqueles que mais se destacam em relação aos demais. Já para a disciplina de Física, o tema da maior destaque é de longe o de Cosmologia.

Levando em conta o que foi exposto acima, e considerando, em conjunto, os PCN de Ciências e PCN e PCN+ de Física, pode-se dizer que foi observado que não há, por parte desse conjunto, o que poderia ser chamada de uma “compartimentação” do ensino, no sentido de que poderia ser proposto que determinados conteúdos, competências e habilidades fossem trabalhadas restritamente no 3º ciclo do EF, outros restritamente ao 4º ciclo, e outros ao EM. A maioria dos conteúdos e dos conjuntos de competências e habilidades é proposta para os três níveis de ensino. Diferenciando-se, apenas, quanto a maiores ou menores profundidade, detalhamento e ênfase, sobre determinados aspectos, em um nível ou em outro.

*Uma relevante diferença entre os PCN de Ciências e os PCN e PCN+ de Física*

Talvez a principal percepção que surgiu, no decorrer da construção da análise sobre os documentos dos PCN e PCN+, foi a de que, aparentemente, os PCN de Ciências se propõem a ser, no que se refere à proposta de ensino e aprendizagem de Astronomia, mais do que um conjunto de parâmetros: os PCN de Ciências poderiam servir como uma espécie de guia didático para os professores do EF, um guia que fornece um amplo conjunto de subsídios para o professor, para o seu trabalho em sala de aula. Em contrapartida, os PCN e PCN+ de Física, em conjunto, tenderiam a ser mais amplos e gerais, se atendo mais à proposta de servirem apenas como parâmetros, fornecendo “direções” que para que os trabalhos sejam conduzidos.

Para justificar essa percepção, podem-se apresentar alguns argumentos.

Primeiramente, como já destacado acima, a primeira e a terceira categorias de análise - Visão de aluno e sua relação com a aprendizagem de Astronomia, e Propostas e estratégias didáticas, ligadas à Astronomia, e a atuação do professor - são preferencialmente contempladas pelos PCN de Ciências para o EF. Estes documentos fornecem, assim, um amplo conjunto de informações sobre como se dá, particularmente, o aprendizado de determinados conhecimentos da Astronomia, sobre algumas das principais dificuldades e pré-concepções que os alunos apresentam, além de apontar alguns dos principais temas de interesse dos alunos. E ainda trazem um grande conjunto de sugestões sobre como deve ser a atuação do professor junto aos alunos, e sugestões sobre atividades didáticas possíveis de serem realizadas pelos alunos. Visa, portanto, não só indicar “direções” de como se deve realizar a atuação do professor, mas principalmente fornecer subsídios que o ajudem a se preparar e se capacitar para atuação no ensino de Astronomia.

Outro dado relevante, que aponta de forma significativa para a ideia de que os PCN de Ciências se propõem a serem um guia didático, é o de que eles apresentam diversos e extensos parágrafos, em que são feitas descrições e explicações diretas sobre conteúdos de Astronomia: de forma equivalente ao que seria encontrado em

Livros Didáticos de Ciências. Isso foi observado, em especial, junto aos temas Astrometria e Observação da Esfera Celeste, Epistemologia, e Movimentos do Sistema Terra-Sol-Lua e suas causas e consequências físicas, mas principalmente junto ao tema Planeta Terra. Desta maneira, apesar de o conjunto de temas e conteúdos nos PCN de Ciências serem basicamente os mesmos presentes nos PCN e PCN+ de Física, há um maior aprofundamento e detalhamento dos mesmos nos PCN de Ciências.

Vale ressaltar também que, apesar do equilíbrio observado, sobre as sugestões de ações relacionadas a competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos, os PCN e PCN+ de Física aparentemente dão uma maior ênfase e destaque a esse aspecto do processo de ensino e aprendizagem, do que dão os PCN de Ciências. Na verdade, o que talvez ocorra é que, justamente pela proposta dos PCN de Ciências ser mais ampla e abrangente, propondo-se ser um guia didático, o desenvolvimento de competências e habilidades é só mais um aspecto presente na proposta. Este aspecto estaria, assim, “diluído” no meio dela.

Finalmente, levando-se em conta os argumentos expostos, um pensamento, que pode ocorrer, é o de que talvez essa proposta dos PCN de Ciências, em se constituir como uma espécie de guia didático, esteja relacionada a uma visão de professor de Ciências, que os elaboradores desse documento possuíam, na época de sua elaboração. Ou que, pelo menos, tenham se proposto a utilizar para essa elaboração.

Seria essa a visão de um professor do EF necessitado de mais ajuda, particularmente, com os conhecimentos de Astronomia na disciplina de Ciências? Com, talvez, menos conhecimento básico nessa área? E que precise de sugestões e explicações específicas e mais aprofundadas, tanto sobre o conteúdo a ser abordado, quanto sobre o seu trabalho como docente? Teriam assim, os PCN de Ciências, também uma intenção formativa, junto aos professores do EF?

#### 4. A OBSERVAÇÃO DO CÉU EM PESQUISAS DA ÁREA DE ENSINO

*I see skies of blue  
and clouds of white  
The bright blessed day,  
the dark sacred night  
And I think to myself  
what a wonderful world...  
**Louis Armstrong***

Como introduzido, no início deste trabalho, o seu principal foco reside no *ensino* sobre a observação do céu: estamos interessados em tratar sobre propostas didáticas, nas quais se ensine sobre como observar o céu. Que talvez deem elementos para se pensar sobre “como se aprende a observar o céu”? E sobre “o que se privilegia quando vai se construir uma proposta didática de ensino sobre observação do céu”?

Neste capítulo, pretendemos olhar para pesquisas das áreas de Ensino de Astronomia, de Ensino de Ciências e de Ensino de Física, com o intuito de se buscar identificar, sob o ponto dessas pesquisas, o que é considerado mais importante de se trabalhar em atividades que tenham a prática da observação do céu como um de seus elementos centrais.

Os elementos edificados, ao longo deste capítulo, permitirão o prosseguimento do trabalho, ao longo dos próximos capítulos, no sentido de fornecer subsídios para a análise a respeito da presença do tema da Observação do Céu, junto ao atual Currículo do Estado de São Paulo.

## 4.1 Metodologia do levantamento de trabalhos de interesse

Tendo-se em vista a intenção de encontrar trabalhos que fornecessem elementos a respeito do ensino sobre a observação do céu, construiu-se a metodologia de pesquisa descrita a seguir.

Primeiramente, procurou-se sistematizar critérios de seleção, processo esse que resultou num total de quatro critérios básicos:

- a) trabalhos de cunho educacional, com fins de ensino, aprendizagem e/ou divulgação;
- b) trabalhos que tivessem como tema principal uma atividade de observação do céu, seja a observação de forma direta (a olho nu ou por meio de telescópio ou projeção) ou indireta (por meio de astrofotografias, de instrumentos como relógios de sol, de representações do céu, etc.);
- c) trabalhos que não tivessem a observação como foco principal, mas que possuíssem pelo menos uma descrição de uma atividade de observação realizada ou planejada;
- d) trabalhos que descrevessem atividade(s) de observação do céu (realizadas ou não) que estivessem inseridas dentro de um contexto mais amplo (curso, estudo, pesquisa) do que a atividade em si mesma;

Tal conjunto de critérios de seleção foi aplicado junto a um levantamento<sup>6</sup> de cerca de 480 artigos - publicados em periódicos<sup>7</sup> das áreas de ensino de Ciências, de Física e de Astronomia, e em atas de eventos<sup>8</sup> das áreas de ensino de Ciências e de Física - que possuem em seus títulos e em suas palavras-chave quaisquer menções a temas da Astronomia (p.ex. telescópios, lunetas, céu, Terra, observação,

---

<sup>6</sup> Construído por nosso grupo de pesquisa.

<sup>7</sup> Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (2004 a 2011), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (2000 a 2011), Revista Brasileira de Ensino de Física (2000 a 2011), Ciência & Educação - UNESP (2000 a 2011), Ciência & Ensino - UNICAMP (2000 a 2011), Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências - UFMG (2000 a 2011), Investigações em Ensino de Ciências - UFRGS (2000 a 2011), e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - ABRAPEC (2001 a 2011)

<sup>8</sup> ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (2001 a 2011), SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física (2001 a 2011), e EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (2000 a 2011)

fenômenos (dia e noite, estações do ano, fases da lua, eclipses, etc.), buraco negro, constelações, galáxias, Sol, Lua, estrelas (além do Sol), planetas, satélites, órbitas, leis de Kepler, gravitação, etc.).

Verifica-se que o critério a) é contemplado por todos os cerca de 480 artigos do levantamento.

Dentro desse universo de trabalhos, foram procurados quais títulos e palavras-chave mencionam cada um dos 38 termos indicados na tabela 4.1 - termos que se considera relacionados à prática de observação -. A hipótese é de que um trabalho que contemple os critérios b), c) e d) deva ter, ou em seu título, ou como palavra-chave, pelo menos um desses termos (tê-lo não significa que contemple b), c) e d), mas se os contempla, deve tê-lo):

<b>Termo</b>	<b>Encontrado</b>	<b>Termo</b>	<b>Encontrado</b>
observação	sim	Lua	sim
céu		fases	
constelação		eclipse	
Cruzeiro		satélite	
estrela		planeta	
foto		orientação	não
olho		carta	
telescópio		cardeais	
imagem		celeste	
sombra		astros	
movimento		Órion	
calendário		Três Marias	
relógio		Via Láctea	
cor		meteoro	
poluição		cadente	
etno		leste	
radiação		oeste	
projeção		nascer	
Sol		ocaso	

Tabela 4.1 – Termos procurados nos títulos e entre as palavras-chave dos artigos publicados em periódicos e em atas de eventos. As colunas **Encontrado** indicam quais termos foram encontrados em algum dos títulos ou das palavras-chaves dos artigos.

Dos 38 termos, 24 foram encontrados, o que resultou num total de 67 trabalhos pré-selecionados.

Para verificar quais desses 67 artigos contemplam os critérios de seleção b), c) e d), leu-se integralmente seus títulos, seus conjuntos de palavras-chaves e seus resumos, e ainda fez-se uma leitura dinâmica do conteúdo integral de alguns deles, o que permitiu assim avaliar que 16 desses trabalhos pré-selecionados contemplam os critérios b), c) e d).

Assim, esses 16 trabalhos foram selecionados por possuírem:

- descrições de atividades de observação do céu (com telescópio; de eclipse lunar; a olho nu; com cartas; visando identificar a presença da poluição luminosa; do Sol);
- descrições de atividades de formação de professores na prática da observação;
- descrições de atividades de observação indireta (relógio de sol, astrofotografias);
- uma análise de questionários pós-observação do céu;
- uma atividade de observação adaptada para pessoas com deficiência visual;
- uma atividade de reconhecimento de constelações em um Planetário;

#### **4.2 Dados sobre os trabalhos de interesse**

Uma vez selecionados os 16 trabalhos, foram feitas leituras minuciosas de todos eles integralmente. Isso permitiu dividi-los, primeiramente, em 5 conjuntos que refletem principalmente os tipos de observação do céu presentes em cada um:

- Observação do Sol e de eclipses;
- Observação do céu noturno a olho nu;
- Observação do céu noturno por meio de telescópios;
- Observação do céu noturno por meio de fotografias;
- Observação de representações do céu;

No **Apêndice A** desta Dissertação de Mestrado, apresentam-se descrições dos trabalhos, organizados por grupos, nas quais se procura dar ênfase para as informações fornecidas sobre as atividades de observação do céu, relatadas ou propostas em cada um dos 16 trabalhos. A Análise e as Considerações, presentes na próxima seção, foram construídas e subsidiadas a partir de diversos dos elementos presentes nesse Apêndice.

### **4.3 Análise e Considerações**

Foi constatada a existência de um número relativamente reduzido de trabalhos - 16 artigos pertencentes a um universo de cerca de 480 - nos quais foram encontrados elementos sobre propostas de atividades de observação do céu de cunho didático. Mas, apesar disso, foi possível notar que eles apresentam, em conjunto, uma significativa variedade de propostas, contextos e abordagens, nas quais são desenvolvidas as atividades de observação do céu.

Tendo-se então em vista essa variedade, e ainda se considerando os 16 trabalhos de maneira conjunta, podem-se elencar alguns parâmetros que consideramos pertinentes e relevantes para a construção de propostas didáticas de atividades de observação do céu. Estes parâmetros foram edificados a partir da identificação e da articulação de elementos semelhantes, e/ou de mesma natureza, junto aos dados colhidos da leitura de cada trabalho, dados esses apresentados na seção anterior.

No total, foram construídos 6 parâmetros, a saber:

- Objetos e fenômenos observáveis;
- Condições de observação, planejamento e preparação;
- Público alvo, contexto e interatividade do público;
- Objetivos maiores da observação;
- Registros das observações;
- Tipos de observação e instrumentos;

A seguir apresenta-se uma breve explanação para cada um desses parâmetros, junto às quais se procura ainda tecer análises nas quais estejam presentes considerações a respeito desses parâmetros, bem como a respeito de suas relações com a construção de propostas de atividades didáticas de observação do céu.

#### *4.3.1 Objetos e fenômenos observáveis*

Diversos são os objetos e os fenômenos celestes que podem ser alvo de apreciação, durante a realização de uma atividade didática de observação do céu. Apenas considerando os 16 artigos analisados, identificamos 8 categorias de objetos e fenômenos, dentro das quais se totalizam cerca de 35 objetos e fenômenos celestes, que foram alvos de observação nas atividades relatadas e propostas:

- Sol
  - Movimento diário do Sol
  - Movimento anual do Sol
  - Rotação do Sol
  - Manchas Solares
- Eclipses
  - Eclipse Lunar Total
  - Eclipse Solar Parcial
- Lua
  - Fases da Lua
- Constelações
  - Reconhecimento de constelações oficiais
  - Constatação da melhor visibilidade de determinadas constelações em diferentes épocas do ano
    - Escorpião (melhor visível no inverno austral)
    - Órion (melhor visível no verão austral)
    - Cruzeiro do Sul (melhor visível no outono/inverno austral)
      - Movimento do Cruzeiro do Sul ao longo de uma noite

- Comparação dos brilhos e das cores de suas estrelas
- Verificação de em que medida o formato da constelação parece realmente com uma cruz
- Determinação da posição do polo sul celeste, e conseqüentemente do ponto cardeal sul, por meio da observação sistemática do Cruzeiro do Sul
  - Leão (melhor visível no outono austral)
  - Pégaso (melhor visível na primavera austral)
  - Centauro (melhor visível no outono/inverno austral)
  - dentre outras
  - Construção/Imaginação de novas constelações
- Planetas
  - Vênus logo após o pôr ou o nascer do Sol
  - Júpiter
  - Luas de Júpiter
  - Saturno
  - Conjunções entre planetas e entre planetas e a Lua
  - Percepção do movimento dos planetas em meio às constelações zodiacais
- Estrelas
  - Sirius
  - Alfa e Beta Centauri
  - Castor e Pólux
  - Três Marias
  - dentre outras
  - percepção da diferença significativa entre o número de estrelas visíveis numa determinada região do céu, quando vista a olho nu e quando vista através de uma fotografia de longa exposição
    - comparação das cores das estrelas
- Poluição Luminosa
  - percepção do grau de influência da poluição luminosa na intensidade de brilho e no número de estrelas visíveis em determinada região do céu
- Chuvas de meteoros

Vale ressaltar que existem ainda diversos outros tipos de objetos e fenômenos que também poderiam ser explorados durante uma atividade didática de observação do céu: a Via Láctea; objetos de céu profundo (sistemas estelares múltiplos, aglomerados estelares, nebulosas e galáxias); satélites artificiais; os demais planetas visíveis (há 5 planetas visíveis a olho nu e 7 por meio de telescópio) e suas luas; asteroides e cometas; outros tipos de eclipses; etc.

E também consideramos digno de nota o fato de que, apesar de as fases da Lua serem pelo menos citadas por Bretones e Compiani (2005 e 2010) como um tema discutido no decorrer do curso de formação de professores oferecido, em nenhum dos 16 trabalhos analisados encontrou-se um relato ou uma proposta de observação da Lua, seja por meio do acompanhamento da alternância de suas fases, seja pela observação de suas crateras e mares através, por exemplo, de telescópios.

#### *4.3.2 Condições de observação, planejamento e preparação*

Para que haja um aumento das chances de uma atividade de observação ocorrer de maneira satisfatória, é interessante que certos procedimentos sejam realizados previamente à sua realização, bem como seja seguido um planejamento que tenha em vista uma preparação dos participantes para a ocorrência da atividade.

Promover o aprendizado sobre procedimentos possíveis de serem realizados, e sobre como construir um planejamento e se preparar para o período de observação, pode assim constituir uma etapa relevante em uma atividade didática de observação do céu.

Alguns elementos que apontam nessa direção foram identificados dentro dos 16 trabalhos analisados.

Como exemplo, temos a menção, em alguns trabalhos, da importância de se ter em mente que os objetos visíveis no céu não são sempre os mesmos, com o passar dos meses, devido à translação da Terra ao redor do Sol. E que assim, dependendo

do(s) objeto(s) e fenômeno(s) que se deseja observar, haverá épocas do ano mais apropriadas para a realização de sua observação.

Devido ainda à rotação da Terra, e a própria localização no espaço do objeto ou fenômeno, haverá também um melhor horário para a realização da observação. E, naturalmente, há sempre uma direção certa, que precisa ser previamente conhecida, para a qual se devem apontar os instrumentos de observação, de maneira a se conseguir olhar para o objeto/fenômeno desejado.

Destaca-se que, além do uso de cartas celestes, com o intuito de se realizar o planejamento da melhor época e do melhor horário de observação, em alguns trabalhos aparece explicitamente a sugestão de utilização de softwares de Astronomia, tais como o Stellarium, que permitem simulações dos movimentos dos astros no céu, semelhantes àsquelas de um Planetário. Softwares como o Stellarium realmente parecem constituir como uma ferramenta útil para o planejamento prévio de uma atividade de observação, desde que se possua um mínimo de conhecimento a respeito do funcionamento desses softwares. Mas vale lembrar que, em determinadas circunstâncias - principalmente durante a própria ocorrência de uma atividade de observação -, não é de todo interessante a utilização de um software de Astronomia. Pois, por exemplo, quando se deseja uma maior adaptação dos olhos à escuridão do céu noturno, é preferível o uso de uma carta celeste e de uma lanterna vermelha para iluminá-la, do que o de um computador ou dispositivo móvel que permita acesso ao software, já que estes possuem, em geral, telas significativamente luminosas.

E também é digno de nota que, salvo a menção, em alguns trabalhos, sobre a utilização do Cruzeiro do Sul e de seu movimento ao redor do polo sul celeste como meio para a determinação dos pontos cardeais, não foi identificado, em nenhum trabalho, qualquer relato sobre a importância da Orientação - determinação dos pontos cardeais - para a realização de determinados tipos de observação. Tanto o processo de localização dos astros no céu, como o processo de preparação de determinados instrumentos para o seu uso durante uma observação, dependem crucialmente do conhecimento da direção dos pontos cardeais. Sem contar a

relevância da compreensão das relações entre os pontos cardeais e o movimento de rotação da Terra, a qual permite um melhor entendimento não só sobre diversos movimentos observados no céu - movimento diário das constelações; movimentos do Sol, da Lua e dos planetas; movimento de satélites artificiais; direção e intensidade de chuvas de meteoros, etc. -, como também sobre o manuseio de equipamentos cujo funcionamento é dependente do movimento de rotação da Terra - motores de telescópios, posicionamento e movimento de câmeras fotográficas, etc. -.

Alguns dos trabalhos analisados também destacam a importância de se levar em conta a fase da Lua, durante o período em que é realizada a atividade de observação. Quando se tem como objetivo a observação de astros de baixa luminosidade, é preferível que a noite escolhida para observação seja uma noite em que a Lua esteja em fase de Nova. Ou que, pelo menos, a Lua Crescente ou Minguante não esteja presente no céu durante o período de observação. O brilho da Lua Cheia tende a se constituir como uma verdadeira poluição luminosa, que ofusca o brilho dos astros menos luminosos, o suficiente para prejudicar sua observação.

A fase da Lua também constitui um dado importante, na situação em que se tem como objetivo observar as próprias crateras lunares. O relevo das crateras é mais bem percebido quando estas são iluminadas lateralmente pelo Sol, devido às sombras projetadas e aos diferentes tons de luminosidade apresentados pelas diferentes partes das crateras. Tem-se com isso uma melhor percepção sobre a tridimensionalidade delas. E assim, as crateras da Lua são mais bem observadas quando ela se encontra em fase de Crescente ou de Minguante: numa noite de Lua Cheia, as crateras são vistas essencialmente por meio de seus contornos circulares, de forma “bidimensional”, dificultando a compreensão de que se tratam de objetos que possuem profundidade.

Boas condições meteorológicas - ausência de chuva, nuvens, e ventos; etc. - são naturalmente essenciais para que uma atividade de observação possa ser bem sucedida, fato esse apontado por Ourique, Giovannini e Catelli (2010). Aprender noções básicas sobre como analisar relatórios de previsão meteorológica, ou sobre

os tipos de nuvens existentes - p.ex. nuvens do tipo cirrostratus constituem aparentes “véus” finos e esbranquiçados, que prejudicam significativamente a observação de objetos de baixa luminosidade, mas que não interferem na observação de objetos luminosos, tais como a Lua e os planetas -, pode fornecer ferramentas úteis àquele que deseja planejar uma atividade de observação do céu.

O aprendizado sobre o manuseio de determinados instrumentos de observação também se constitui uma relevante condição, a ser levada em conta, no planejamento de uma atividade de observação. Em alguns trabalhos analisados, por exemplo, foi relatada a preocupação por parte dos organizadores das atividades de que os participantes compreendessem antecipadamente como se dá o posicionamento dos olhos junto à ocular de um telescópio, para garantir que eles seriam capazes de enxergar de fato por meio do instrumento. Nessa mesma atividade, os participantes eram informados sobre a questão de que os objetos no céu estão a distâncias extremamente grandes, e portanto nos parecem menores do que realmente são, e que um telescópio é um instrumento que permite o aumento de suas imagens. Em outros trabalhos analisados, principalmente aqueles nos quais são feitos relatos e apresentadas propostas de observação por meio da astrofotografia, são levantadas algumas questões técnicas sobre a utilização de equipamentos, desde o manuseio de diferentes tipos de telescópios - newtoniano, cassegrain, etc. - e de montagem de telescópios - altazimutal, equatorial, etc. -, até sobre como obter fotos de longa exposição com câmeras apropriadas, levando-se em conta, inclusive, a rotação da Terra e o conseqüente deslocamento dos objetos na foto, devido ao reflexo desse movimento do planeta.

Finalmente, como ilustrado por Iachell (2009), na sua proposta de observação das luas de Júpiter, para a observação de determinados objetos e fenômenos celestes, faz-se necessário o planejamento de um conjunto sistemático de sucessivas observações. Não é possível, por exemplo, notar o movimento das luas de Júpiter em poucos segundos: o movimento relativo entre elas e o planeta, visto a partir da Terra, levam horas, dias para acontecer. Para algumas luas, ao longo de uma noite inteira, já se torna possível notar a mudança de posição em relação a Júpiter. Mas

para outras, é ideal que se façam observações ao longo de várias noites, como Iachel ilustra em seu trabalho.

Outros fenômenos celestes que poderíamos citar, nos quais é interessante o planejamento de sucessivas observações, são: a aproximação de asteroides e de cometas em relação à Terra; a variação de brilho de estrelas variáveis, ou de explosões estelares do tipo Nova e do tipo Supernova; o movimento dos planetas, ao longo dos meses, por meio das constelações zodiacais; o movimento semanal da Lua por meio das mesmas constelações zodiacais, bem como a sucessão de suas fases; a rotação de Júpiter e o movimento da Grande Mancha Vermelha; o movimento de rotação do Sol, evidenciado pela mudança de posição das manchas solares; etc.

#### *4.3.3 Público alvo, contexto e interatividade do público*

Fazendo-se um levantamento dos públicos-alvo e dos contextos em que se inserem cada uma das atividades, relatadas ou propostas nos 16 trabalhos analisados, nota-se que é possível que uma atividade de observação do céu seja inserida nos mais diversos contextos, e que possa ter os mais variados públicos-alvo. No caso específico dos trabalhos analisados, tem-se como exemplo de contextos e de público alvo: aulas para crianças do EF I em escolas; mini-curso para estudantes do EF II num centro de educação não-formal; propostas para alunos do EM; atividade de observação para estudantes e professores de EM, EJA e Cursinho, inserida no contexto de uma pesquisa acadêmica; sequências de observações para público em geral, inseridas dentro do contexto de um projeto itinerante por várias cidades; observações realizadas, simultaneamente, por alunos e professores em escolas de diversas cidades vizinhas; atividades de observação como parte integrante de curso de formação de professores de Ciências; atividade de observação como etapa final de uma sequência de aprendizagem aplicada em um curso de licenciatura em Física; atividade de observação/manuseio de kits didáticos de representações do céu, por parte de pessoas com deficiência visual; etc.

Também se pode inferir, a partir da análise dos 16 trabalhos, que é possível a proposição de atividades didáticas de observação que tenham diferentes níveis de interatividade por parte do público. Pode-se planejar desde atividades em que o observador tenha uma atitude mais passiva e contemplativa - simples levantar de olhos para o céu para identificação de um fenômeno, ou simples observação de um astro por meio de um telescópio -, até atividades que exijam uma maior interação do observador com os instrumentos de observação, e mesmo com o próprio fenômeno ou astro observado, por meio da confecção de registros dessa observação - como no caso da atividade com relógio solar analemático, em que o próprio observador assume o papel de gnômon do relógio, ou nos casos das atividades em que os observadores precisaram efetuar registros sobre manchas solares, efetuar a determinação do número de Danjon no caso do eclipse lunar total, ou ainda na obtenção de fotos de longa exposição por meio da manipulação de câmeras fotográficas e de telescópios -.

#### *4.3.4 Objetivos maiores da observação*

Naturalmente, uma atividade de observação sempre possui como um dos objetivos a própria identificação e observação de um astro ou fenômeno. Mas, por meio da análise dos 16 trabalhos selecionados, é possível notar que uma atividade de observação pode possuir objetivos maiores, que permeiam a atividade de observação como um todo, e que interferem diretamente no modo como ela é planejada e conduzida.

Assim, alguns dos objetivos possíveis de permear a realização de atividades didáticas de observação do céu, e que foram identificadas nos relatos e propostas feitos nos trabalhos analisados, são: a divulgação científica e o despertar de interesse para os conhecimentos da Astronomia e das ciências em geral; a conscientização sobre a degradação do meio ambiente, presente, por exemplo, nas atividades que envolveram a constatação da existência de poluição luminosa; o aprendizado a respeito da própria prática de observação, e das técnicas necessárias para a realização de determinados tipos de observação, promovendo com isso

alguma autonomia do observador com relação a tal prática; o aprendizado sobre o manuseio e/ou sobre a construção de certos tipos de equipamentos de observação; vivenciar a experiência de astrônomos profissionais ou semi-profissionais; aprender a respeito de determinadas metodologias científicas, nas quais se fazem necessárias a coleta e a análise de dados, a formulação de hipóteses e a construção de conclusões; o estímulo à realização de estudos que envolvam temas direta ou indiretamente relacionados aos objetos e fenômenos observados, ou à própria prática da observação (p.ex. estudos sobre a evolução histórico-cultural de modelos do sistema solar; estudos sobre determinadas características físicas de objetos celestes; estudos sobre as propriedades óticas de instrumentos de observação; etc.).

#### *4.3.5 Registros das Observações*

Dependendo dos objetivos maiores que permeiam uma atividade de observação, faz-se necessário a adoção de determinados procedimentos de registros das observações e de coletas de dados, os quais possam ser manipulados e analisados posteriormente à atividade.

Dentre os 16 trabalhos analisados, alguns procedimentos de registros de observação foram identificados, e podem servir de exemplo de possíveis procedimentos a serem implementados em propostas de atividades de observação do céu. São eles: confecção de desenhos dos objetos ou fenômenos observados; obtenção de registro fotográficos dos objetos ou fenômenos; marcação em mapas celestes sobre a localização e/ou sobre determinados parâmetros relacionados ao objeto ou fenômenos observado (como na atividade de determinação do número de manchas solares, ou na de identificação de constelações em cartas celestes, vistas anteriormente no céu de um Planetário); determinação de parâmetros específicos do objeto ou fenômeno estudado (como no caso da determinação do número de Danjon, e também dos horários dos principais contatos da sombra da Terra na Lua, na atividade de observação do eclipse lunar total); e contabilização do número de determinados tipos de astros existentes numa certa região do céu (como na

determinação do número de estrelas visíveis numa constelação específica, nas atividades em que estava envolvida a questão da poluição luminosa).

Poderíamos incluir ainda, como exemplo, o procedimento de elaboração de tabelas, nas quais se incluam dados quantitativos e/ou qualitativos sobre o objeto ou fenômeno observado. E vale ressaltar que determinados tipos de dados e registros obtidos necessitam, posteriormente, de manipulações mais elaboradas e específicas, para que se possam a partir deles atingir os objetivos maiores estabelecidos previamente. É o caso das propostas analisadas de atividades de observação por meio de astrofotografia, nas quais os registros obtidos - as fotos digitais - necessitavam de manipulação em computador para, por exemplo, a determinação de propriedades físicas de estrelas, ou para a determinação da localização do polo sul celeste.

#### *4.3.6 Tipos de observação e instrumentos*

Junto aos 16 trabalhos analisados, considerou-se a existência de três tipos de observação do céu: observação direta, observação indireta e observação de representação do céu.

A classificação de observação direta foi atribuída às observações de objetos e fenômenos nas quais a luz destes incide em tempo real nos olhos do observador, independentemente do caminho que a luz tenha feito para chegar até eles. Assim, a observações feitas a olho nu, feitas por meio de telescópios - tanto refratores, como refletores -, e por meio de projeção - como na observação do Sol por meio de um heliostato, ou do eclipse solar visto através da projeção da luz filtrada através de folhagem de árvores e por reflexão de espelhos pequenos - foi atribuída a classificação de observações diretas.

Já a classificação de observação indireta foi atribuída às observações de objetos e fenômenos nas quais a luz destes não incide diretamente nos olhos do observador. Em 3 situações, encontradas nos trabalhos analisados, esse tipo de classificação

pôde ser atribuída: na atividade de observação do relógio solar analemático, já que o objeto observado não era o Sol, mas a sombra de cada observador devida à luz do Sol; na atividade em que uma câmera filmadora era instalada junto a um telescópio, e as imagens dos objetos celestes, capturadas pela filmadora, eram projetadas em um telão; e nas atividades em que a observação dos astros e fenômenos era feita por meio de astrofotografia.

Por último, a classificação de observação de representação do céu foi dada àquelas nas quais os observadores tinham acesso apenas a modelos do céu e/ou a instrumentos que serviam como representações do céu. Tal classificação foi atribuída a duas atividades relatadas: àquela em que foi feita a observação do céu artificial de um Planetário; e àquela em que pessoas com deficiência visual tiveram acesso a um kit de materiais didáticos, planejados para se adquirir, por meio de sua manipulação, alguma percepção sobre os elementos do céu da natureza.

É válido destacar que, dependendo do tipo de observação proposta ou realizada, diferentes tipos de instrumentos auxiliares se fazem necessário, tanto para o ato de observação em si, como para a sua preparação e planejamento. Fazendo-se um levantamento dos instrumentos utilizados nas atividades relatadas ou propostas nos 16 trabalhos analisados, tem-se a enumeração de um conjunto de possíveis instrumentos a serem empregados durante uma atividade didática de observação do céu. São eles: relógio de Sol; telescópios e lunetas; sistemas de projeção de imagens (câmera filmadora e telão, telescópio adaptado para projeção, folhagem de árvores e espelhos pequenos); heliostato; planisférios; atlas, cartas e mapas celestes; Planetário; kits didáticos sobre observação do céu para deficientes visuais; e softwares de Astronomia.

Incluiríamos nesta lista um importante instrumento de observação, não utilizado em nenhuma das atividades relatadas e propostas: o binóculo. E também poderiam ser incluídos o espectrógrafo e o espectrofotômetro, no caso de observações em que não se deseje obter imagens dos objetos e fenômenos celestes, mas sim se deseje separar as diferentes componentes da luz destes, para fins didáticos e/ou de pesquisa.

## 5. A OBSERVAÇÃO DO CÉU NO CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO

*O céu sempre encantou o homem  
desde os primórdios da nossa história.  
Observar o céu é, por si só,  
uma atividade de grande beleza.  
Por que não se tornar  
também  
um objeto de aprendizagem?*

***Caderno do Professor para a disciplina de Ciências  
do Currículo do Estado de São Paulo***

Neste último capítulo, é apresentado um estudo e uma análise a respeito do atual Currículo do Estado de São Paulo, no que se refere à presença nele de conhecimentos ligados à Astronomia e, particularmente, daqueles relacionados à prática da Observação do Céu. A análise é subdividida em duas partes: em uma, tomam-se como referência os PCN, e comparam-se os conceitos presentes neles sobre o tema da Observação do Céu com aqueles introduzidos nos Cadernos do Professor do Estado de São Paulo; e na outra, tomam-se como referências pesquisas da área de Ensino de Astronomia, com a intenção de avaliar em que medida se pode estimar o grau de concordância das propostas didáticas de Observação do Céu, presentes nos Cadernos, em relação aos resultados de pesquisas que se debruçam sobre propostas didáticas dessa mesma natureza.

Pode-se justificar tal empreitada, no que diz respeito ao objeto de estudo e de análise, dentre outras razões, por este ser um Currículo relativamente recente - sua implantação foi iniciada no ano de 2008 -, e por ter um impacto social relativamente grande, se se considerar a existência de mais de 5 milhões de alunos estudando nas cerca de 5 mil de escolas públicas de ensino básico mantidas pelo governo estadual, nas quais trabalham cerca de 250 mil professores. (MATIAS; LEITE, 2011; DIAS, 2009; IACHEL; SCALVI; NARDI, 2009). Outra razão é a de haver, de acordo com

discussão elaborada no primeiro capítulo desta dissertação, proporcionalmente poucos trabalhos que se debrucem diretamente sobre a presença da Astronomia em Propostas Curriculares, e em Currículos e documentos oficiais, no campo de pesquisa de Ensino de Astronomia. E, finalmente, uma importante justificativa seria a de se poder considerar significativa a presença de temas da Astronomia no atual Currículo do Estado, especificamente ainda a presença de propostas didáticas sobre ensino de Observação do Céu, como será mostrado ao longo deste quinto capítulo.

Este quinto capítulo está então dividido em três partes. Na primeira, é feita uma apresentação do Currículo do Estado de São Paulo, na qual é dada ênfase à presença, nele, de conhecimentos da Astronomia, em especial daqueles ligados à prática da Observação do Céu. Na segunda parte, alguns resultados e algumas considerações elaboradas sobre os PCN, no terceiro capítulo desta dissertação, são retomados, com a intenção de subsidiar uma análise comparativa sobre os conceitos ligados à Observação do Céu, presentes nos PCN e no Currículo do Estado de São Paulo, análise essa construída por meio do recurso de Mapas Conceituais. E, finalmente, na terceira parte deste capítulo, os parâmetros considerados pertinentes e relevantes para a construção de propostas didáticas de atividades de Observação do Céu, construídos no quarto capítulo desta dissertação a partir de uma revisão bibliográfica de pesquisas das áreas de Ensino de Astronomia, Física e Ciências, são retomados, para a confecção de uma análise sobre as chamadas Situações de Aprendizagem - que integram o material didático do Currículo do Estado -, nas quais se fazem presentes propostas de atividades de Observação do Céu, a serem realizadas junto a alunos do ensino básico da rede pública estadual de São Paulo.

## **5.1 A Astronomia e a Observação do Céu no Currículo do Estado de São Paulo**

### *5.1.1 O atual Currículo do Estado de São Paulo*

Desde meados do ano de 2007, até o final do ano de 2010, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP) realizou um amplo processo dentro da

rede das escolas estaduais de ensino básico, que culminou com a implantação do Currículo do Estado de São Paulo no ano de 2010. No anexo A encontra-se um descritivo do Histórico da implantação desse Currículo, extraído do website da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

Esse processo foi constituído por várias etapas, dentre as quais destacamos a elaboração de uma nova Proposta Curricular inicial para o Estado, já em 2008, e a sua distribuição nas escolas estaduais na forma dos chamados *Cadernos do Professor e do Aluno*. Nestes Cadernos, são sugeridas diversas *Situações de Aprendizagem*, que podem ser desenvolvidas ao longo das aulas pelos alunos, com o acompanhamento e orientação dos professores.

Nos próprios documentos da Nova Proposta Curricular é afirmado que, dentre outras razões, a Nova Proposta Curricular surgiu na tentativa de orientar o trabalho dos professores da rede pública estadual e de garantir uma base comum de conhecimentos e competências (SÃO PAULO, 2008). Em seu trabalho, Rosado (2011) acrescenta que um das contribuições do advento de uma Proposta Curricular unificada para todo o estado, reside na questão de isso possibilitar uma maior facilidade, e um menor grau de transtornos, para aqueles alunos que precisam se transferir de uma escola estadual para outra: com uma sequência curricular comum, o aluno correria menores riscos de se deparar, na nova escola, com conteúdos desconexos daqueles que estavam sendo desenvolvidos na escola anterior.

Especificamente nos documentos oficiais e gerais da Proposta Curricular constam, dentre outras informações, diversas discussões e análises a respeito das recentes reorganizações e reformulações indicadas como necessárias, dentro do sistema educacional paulista, apresentando ainda uma visão de como elas devem ser realizadas e implementadas.

Além disso, há a apresentação de uma visão sobre as relações entre o ensino de tais disciplinas e diversas necessidades de nossa sociedade, separada por disciplinas do ensino fundamental e do ensino médio, bem como de uma ampla lista

de temas, subtemas, conteúdos gerais e conteúdos específicos, determinados pela SEE-SP para que sejam ensinados nas escolas públicas estaduais.

Com as experiências provindas desde o início da implantação da Proposta Curricular e dos Cadernos, na rede de escolas estaduais, em 2010 a SEE-SP passou a atribuir à Proposta Curricular o nome de Currículo do Estado de São Paulo, dando-lhe, assim, um caráter de currículo estadual mínimo. Nestes documentos, juntamente com uma revisão das informações, discussões, análises e visões presentes na Proposta Curricular, há a apresentação de uma extensa relação de conteúdos e habilidades, vinculados a eixos temáticos e a subtemas, a serem desenvolvidas em sala de aula pelos alunos, nas escolas públicas estaduais.

#### *5.1.2 A presença da Astronomia no Currículo do Estado de São Paulo*

Com o objetivo de se fazer um primeiro mapeamento a respeito da presença da Astronomia no Currículo do Estado de São Paulo, foi feita a leitura específica dos documentos principais do Currículo do Estado, a partir dos quais se obteve um levantamento das informações, temas, conteúdos e habilidades, relacionados de alguma forma à Astronomia. Restringiu-se tal levantamento apenas junto às disciplinas de Ciências, para o EF, e de Física, para o EM.

Além da divisão em séries, a Proposta Curricular e o Currículo do Estado também são divididos em eixos temáticos. Na disciplina de Ciências, para o EF, a divisão é feita de acordo com os seguintes eixos: “Vida e Ambiente”, “Ciência e Tecnologia”, “Ser Humano e Saúde” e “Terra e Universo”. Para o eixo “Terra e Universo”, em especial, são ainda sugeridos os sub-eixos “Planeta Terra: características e estrutura” para o 4º Bimestre da 5ª série/do 6º ano, “Olhando para céu” para o 1º bimestre da 6ª série/do 7º ano, e “Planeta terra e sua vizinhança cósmica” para o 3º bimestre da 7ª série/do 8º ano.

Já para a disciplina de Física no EM, são indicados seis conjuntos de temas e conteúdos básicos a serem desenvolvidos: “Movimentos - Grandezas, variações e

conservações”, “Universo, Terra e vida”, “Calor, ambiente e usos de energia”, “Som, imagem e comunicação”, “Equipamentos elétricos” e “Matéria e radiação”. É indicado também na Proposta Curricular e no Currículo do Estado que o tema “Universo, Terra e vida” seja desenvolvido nos 3º e 4º bimestres do 1º ano, primeiramente tratando dos subtemas “Universo: elementos que o compõem” e “Interação Gravitacional”, no 3º bimestre, e em seguida dos subtemas “Sistema Solar” e “O Universo, sua origem e compreensão humana” no 4º bimestre.

Assim, para o Ensino Fundamental há conteúdos gerais e específicos, e habilidades sugeridas, ligados à Astronomia, presentes nos 4º bimestre da 5ª série / 6º ano, 1º bimestre da 6ª série / 7º ano, 3º bimestre da 7ª série / 8º ano, da disciplina de Ciências. E para o Ensino Médio, por sua vez, os conteúdos gerais e específicos e as habilidades, relacionados à Astronomia, encontram-se sugeridos para os 3º e 4º bimestres da 1ª série da disciplina de Física.

Vale destacar que o número de bimestres dedicados exclusivamente à Astronomia, dentro das disciplinas de Ciências e de Física, é significativo: 2 dos 12 bimestres (17%) da proposta para o curso de Física no Ensino Médio, e 3 dos 16 bimestres (19%) da proposta para o curso de Ciências no Ciclo II do Ensino Fundamental, possuem a indicação do desenvolvimento de temas, conteúdos e habilidades, apenas vinculados diretamente à Astronomia.

Dentro desse grupo de conteúdos gerais e específicos, e habilidades, presente em ambas as disciplinas, podem-se elencar a presença de grandes áreas gerais da Astronomia, às quais correspondem temas e tópicos em vários níveis de complexidade (História da Astronomia, Observação do Céu, Sistema Terra-Lua-Sol, Sistema Solar, Evolução Estelar, Via Láctea, Galáxias e Universo, etc.).

### *5.1.3 A Astronomia e os Cadernos do Professor do Currículo do Estado*

Como já descrito, durante a implantação do atual Currículo do Estado de São Paulo, uma das ações implementadas pela SEE-SP foi a disponibilização dos chamados

122

Cadernos do Professor. Para cada disciplina, ao longo do ano é fornecido aos professores da rede pública estadual um caderno por bimestre letivo, no qual constam atividades didáticas chamadas de *Situações de Aprendizagem (SA)*, bem como sugestões de trabalho, nas quais eles podem se basear para que desenvolvam os conteúdos previstos no Currículo do Estado. Para cada Caderno do Professor, está associado também um Caderno do Aluno, material disponibilizado aos alunos para propiciar um melhor acompanhamento das atividades propostas pelos professores que tenham se baseado no Caderno do Professor (SÃO PAULO, 2010).

Nas SA propostas nos Cadernos do Professor, em geral constam:

- quadros indicando o tempo previsto para a realização da SA, os temas e conteúdos presentes, as competências e habilidades que se espera sejam desenvolvidas, as estratégias pensadas para serem implementadas, os recursos materiais necessários para a realização da SA, e os métodos avaliativos que se sugere serem aplicados;
- roteiros das SA divididos por etapas, contendo orientações aos professores de como as desenvolverem;
- sugestões e descrições de sequências de atividades didáticas que podem compor a SA;
- recursos texto-visuais que podem ser utilizados diretamente como fontes de leitura e como fonte de informações pelos alunos;
- quadros com as expectativas e os indicadores de aprendizagem para cada atividade sugerida;
- propostas de questões para aplicação em avaliação final;
- propostas de Situações de Recuperação;
- indicação de recursos que possam ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão dos temas das SA;

No que se refere à presença da Astronomia nos Cadernos do Professor, como já foram apresentadas no item anterior, são encontradas SA com temas e conteúdos ligados à Astronomia em três Cadernos da disciplina de Ciências para o EF (para o 4ª bimestre da 5ª série / 6º ano, para o 1º bimestre da 6ª série / 7º ano e para o 3º

bimestre da 7ª série / 8º ano), e em dois Cadernos da disciplina de Física para o EM (para cada um dos 3º e 4º bimestres da 1ª série).

Na tabela 5.1 apresentada a seguir, destacamos os títulos de cada uma das SA propostas nestes Cadernos, juntamente com os Conteúdos e Temas indicados nos próprios Cadernos como estando presentes em cada uma delas. A partir dessa tabela, é possível se ter uma visão geral de como está distribuído o tema da Astronomia nos Cadernos do Professor.

É digno de nota que a maioria das vinte e sete SA presentes nesses cinco Cadernos lida, direta ou indiretamente, com conteúdos e temas ligados à Astronomia. De maneira que se pode afirmar que, de acordo com a proposta existente no atual Currículo do Estado, essencialmente cinco dos bimestres letivos do ensino básico paulista - três junto à disciplina de Ciências do EF e dois junto à disciplina de Física do EM – propõem ser dedicados ao Ensino de Astronomia.

Disciplina	Caderno	Situação de Aprendizagem	Conteúdos e Temas (indicados nos próprios Cadernos) de cada Situação de Aprendizagem
Ciências EF	5ª série / 6º ano 4º bim.	1 - Terra: esfericidade e representações 2 - Estimativa do tamanho das coisas e da Terra 3 - A estrutura interna da Terra 4 - Modelos que explicam fenômenos naturais como vulcões e terremotos 5 - A rotação da Terra e a medida do tempo 6 - Medidas de tempo	1 - Representação do planeta Terra; fotos, planisférios e imagens televisivas; esfericidade da Terra; representações da Terra: lendas, mitos e crenças religiosas. 2 - Medições indiretas; estimativa do tamanho da Terra; diâmetro e circunferência da Terra. 3 - Modelo da estrutura interna terrestre e medidas experimentais que o sustentam. 4 - Modelos que explicam os fenômenos naturais, como vulcão, terremoto e tsunami; modelo das placas litosféricas (ou tectônicas). 5 - Rotação da Terra e diferentes intensidades de iluminação solar; a sombra e a medida do tempo. Ciclo dia-noite como medida de tempo. 6 - Evolução dos equipamentos de medida de tempo; medidas de tempo de diferentes durações.
	6ª série / 7º ano 1º bim.	1 - O que vemos no céu? 2 - Observando movimentos no céu 3 - Cruzeiro do Sul: como localizá-lo? E as Três Marias? 4 - Céu e cultura 5 - Representando o Sistema Solar 6 - Construindo o Sistema Solar em escala	1 - O céu sob a ótica da Astronomia; os elementos astronômicos visíveis no céu: Sol, Lua, estrelas, planetas, constelações e a Via Láctea; ordem de grandeza de algumas distâncias, como Sol, Lua, nuvens, etc. 2 - Localização de objetos celestes como o Sol e a Lua; identificação do movimento do Sol e da Lua no céu; identificação dos pontos cardeais. 3 - Localização dos pontos cardeais a partir do Cruzeiro do Sul; localização de algumas constelações. 4 - Significado de constelação; as constelações e sua relação com a cultura; a astronomia na bandeira brasileira; observação das constelações num planetário; representação de constelações. 5 - Delimitação do Sistema Solar; localização dos planetas no espaço; comparação relativa de características físicas dos planetas; formas, tamanhos, distâncias, temperaturas e períodos de rotação e de translação 6 - Estimativas de tamanhos e distâncias relacionados aos planetas do Sistema Solar; estruturação do Sol e dos planetas no espaço em escala; características dos planetas: formas, tamanhos e distâncias.
	7ª série / 8º ano 3º bim.	1 - As estações do ano e o movimento orbital da Terra 2 - Calendários 3 - Sistema Sol, Terra e Lua 4 - Nossa vizinhança cósmica	1 - Movimento de translação da Terra em torno do Sol; estações do ano; inclinação do eixo de rotação e a incidência de luz na superfície da Terra; horário de verão - seu significado e impacto na economia e na vida das pessoas. 2 - Unidade de medida de tempo: um ano. Calendários e diversas culturas. 3 - Significados da Lua e do Sol em diferentes culturas; movimentos da Lua no referencial da Terra. Fases da Lua; modelo explicativo dos movimentos relativos do sistema Sol, Terra e Lua. 4 - O Sol como estrela e as estrelas como sóis. O conceito de galáxia. O significado de ano-luz como unidade de medida de comprimento e as distâncias típicas da nossa galáxia.
Física EM	1ª série 3º bim.	1 - Um passeio pela galáxia 2 - O que tem lá em cima? 3 - A Terra é uma bolinha 4 - O Sistema Solar 5 - Um pulinho a Alfa do Centauro 6 - As aventuras de Selene	1 - Os diferentes elementos que compõem o Universo e sua organização; termos, conceitos e ideias associados à descrição dos corpos celestes e sua organização; debates atuais sobre as relações entre as condições cósmicas e o surgimento da vida e da inteligência. 2 - Os diferentes elementos que compõem o Universo e sua organização a partir de características comuns em relação a massa, distância, tamanho, velocidade, trajetória, formação e agrupamento. 3 - As relações entre as dimensões e distâncias na Terra e no sistema Terra-Lua; a esfericidade da Terra; Terra redonda: fato ou teoria? 4 - As relações entre as dimensões, distâncias e densidades dos corpos celestes no Sistema Solar. 5 - As distâncias estelares; o conceito de ano-luz; constelações. 6 - A noção de gravidade como resultado de um campo gravitacional; relação entre campo gravitacional e força; massa e peso; condições da superfície lunar; possibilidades de exploração da Lua; modelos de Universo na mitologia greco-romana.
	1ª série 4º bim.	1 - Matéria, movimento e Universo 2 - 2001: o futuro que já passou 3 - As leis de Kepler 4 - Dimensões do espaço e do tempo 5 - A enciclopédia galáctica	1 - Teorias, modelos e processos de investigação sobre a origem, a evolução e a constituição do Universo; evolução dos modelos sobre o Universo (matéria, radiação e interações); as etapas da evolução estelar (formação, gigante vermelha, anã branca, supernova, buraco negro); algumas especificidades do modelo cosmológico atual (espaço curvo, universo inflacionário, Big Bang). 2 - Campos gravitacionais e relações de conservação na descrição do movimento de naves e satélites; conceituação de gravidade e imponderabilidade. Noções de referenciais e forças inerciais. Elementos da exploração espacial: satélites, estações, sondas, telescópios, ônibus espaciais, etc. 3 - As leis da Mecânica nas interações astronômicas; campos gravitacionais e relações de conservação na descrição do movimento do sistema planetário, dos cometas, das naves e dos satélites. 4 - Teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados; evolução dos modelos sobre o Universo. 5 - Avaliação científica das hipóteses de vida fora da Terra; estimativas das ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida em geral, e vida dos seres humanos em particular, temporal e espacialmente no Universo.

Tabela 5.1 – Síntese de temas e conteúdos (indicados nos próprios Cadernos), de cada Situação de Aprendizagem proposta em cinco Cadernos do Professor, das disciplinas de Ciências e de Física do Currículo do Estado de São Paulo.

#### 5.1.4 A Observação do Céu e os Cadernos do Professor do Currículo do Estado

Analisando a tabela 5.1, é possível identificar a existência de algumas SA que, aparentemente, tratam da prática da Observação do Céu. Elas se concentram no Caderno do 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências: “SA1 - O que vemos no céu?”; “SA2 - Observando movimentos no céu”; “SA3 - Cruzeiro do Sul: como localizá-lo? E as Três Marias?”; e “SA4 - Céu e cultura”.

No entanto, foi realizada, a leitura integral dos cinco Cadernos do Professor, indicados na tabela 5.1, com a intenção de se identificar em quais das SA, contidas neles, a prática da Observação do Céu está realmente presente. Seja na forma de uma proposta de atividade prática de observação, seja na forma de um conteúdo teórico, seja como tema principal da SA ou seja como um assunto periférico.

E o que se verificou foi que, de todas as 27 SA contidas nos cinco Cadernos, além das 4 SA, acima citadas, do Caderno do 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências, a prática da Observação do Céu se faz presente também apenas na “SA5 - A rotação da Terra e a medida do tempo” do Caderno do 4º Bimestre da 5ª série / do 6º ano da disciplina de Ciências, e na Proposta de Situação de Recuperação “SR2 - O universo na tela do computador” do Caderno do 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências. As cinco SA e a SR são identificadas a seguir, na tabela 5.2:

<b>Caderno do Professor</b>	<b>Nome da SA ou da SR</b>
5ª série / do 6º ano da disciplina de Ciências 4º Bimestre	SA5 - A rotação da Terra e a medida do tempo
6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências 1º Bimestre	SA1 - O que vemos no céu?
	SA2 - Observando movimentos no céu
	SA3 - Cruzeiro do Sul: como localizá-lo? E as Três Marias?
	SA4 - Céu e cultura
	SR2 - O Universo na tela do computador

Tabela 5.2 – Nomes das SA e SR, pertencentes aos Cadernos do Professor da disciplina de Ciências do Currículo do Estado de São Paulo, nas quais a prática da Observação do Céu se faz presente.

Sendo assim, é possível verificar que apenas no Ensino Fundamental há propostas de atividades em temas referentes à observação do céu. A partir deste momento, nosso estudo estará centrado apenas no material dedicado ao Ensino Fundamental.

A seguir apresentam-se breves resumos de cada uma das SA e SR, com o intuito de contextualizar a presença do tema da prática da Observação do Céu nos Cadernos analisados. Tais resumos foram construídos por meio da leitura integral de cada uma das SA e SR, e do levantamento dos principais pontos considerados relevantes, particularmente daqueles que dizem respeito ao tema da Observação do Céu.

Na “SA5 - A rotação da Terra e a medida do tempo” do Caderno do 4º Bimestre da 5ª série / do 6º ano da disciplina de Ciências, objetivam-se principalmente: o desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre as relações existentes entre a ocorrência de dias e noites e a rotação da Terra; a percepção que a quantidade de luz incidente na superfície de um objeto esférico como a Terra é diferente para cada parte dele; e entender como se pode usar a sombra da Terra ou de objetos sobre ela como medidores de tempo. Na perspectiva deste último objetivo, há então a proposta da construção de um relógio de Sol, constituído essencialmente de um gnômon, que permite a realização de estimativas de passagem do tempo por meio da sombra do gnômon projetada pelo Sol. Considera-se, neste caso, que a atividade de observação da sombra constitui uma atividade de observação indireta do Sol.

Na “SA1 - O que vemos no céu?” do Caderno do 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências, há principalmente uma introdução aos estudos que serão desenvolvidos ao longo do semestre, por meio, sobretudo, da delimitação daquilo que pode ser visto no céu e que realmente se trata de objeto de estudo da Astronomia. São relacionados como objetos astronômicos visíveis a olho nu o Sol, a Lua, as estrelas, os planetas, as constelações e a Via Láctea, por meio, principalmente, da promoção de entendimento sobre as diferentes ordens de grandeza das distâncias a que se encontram os objetos visíveis no céu, em relação à superfície terrestre.

Na “SA2 - Observando movimentos no céu” do Caderno do 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências, propõe-se a realização de atividades de observação mais sistemáticas, iniciando-se pela observação da trajetória do Sol no céu ao longo do dia, em relação ao horizonte, bem como pela identificação das diferentes fases da Lua e do movimento dela no céu com o passar do tempo. É sugerida ainda uma atividade de determinação dos pontos cardeais por meio de uma bússola, sendo esta construída com materiais de baixo custo.

Na “SA3 - Cruzeiro do Sul: como localizá-lo? E as Três Marias?” do Caderno do 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências, há a proposta de que seja realizada a identificação das constelações do Cruzeiro do Sul e de Órion, bem como se promova um entendimento a respeito das mudanças que ocorrem em suas posições no céu durante a noite. É sugerida ainda uma atividade para casa, na qual se deva procurar observar diferentes estrelas, planetas e outros objetos astronômicos. Dentre os principais objetivos da SA, destacam-se a intenção de promover o aprendizado sobre como localizar os pontos cardeais a partir do Cruzeiro do Sul, bem como um aprendizado sobre uso de cartas celestes.

Na “SA4 - Céu e cultura” do Caderno do 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências, objetiva-se principalmente o estímulo a uma compreensão sobre as diferentes formas de se interpretar o céu da natureza, criadas pelo homem ao longo dos séculos, e também que estas formas podem se relacionar, com questões culturais, tais como crenças, valores e necessidades de um povo. A SA é dividida em três partes: leituras de textos que descrevem o significado de constelação em diferentes culturas; a elaboração de desenhos que representem constelações pessoais criadas pelos estudantes; a análise dos significados das estrelas na bandeira nacional, bem como uma proposta de visita a um Planetário.

A Proposta de Situação de Recuperação “SR2 - O universo na tela do computador” do Caderno do 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências, trata de uma atividade de observação do céu por meio de telescópios controlados remotamente via computador. Estes se encontram no Miniobservatório Astronômico

do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), e podem ser controlados, juntamente com suas câmeras para registros fotográficos, gratuitamente pela Internet. Dentre as possibilidades que esse recurso oferece, encontram-se a observação de constelações, a obtenção de imagens da Lua e de suas crateras, de planetas, de estrelas duplas, de aglomerados de estrelas, etc.

Delimitadas as SA e SR dos Cadernos do Professor que contêm conhecimentos relacionados à prática de Observação do Céu, pode-se iniciar o trabalho de análise dessas SA, proposto no início deste Capítulo.

## **5.2 Os PCN, os Cadernos do Professor do Currículo do Estado e a Observação do Céu**

No terceiro Capítulo desta Dissertação de Mestrado, foi confeccionada uma análise a respeito da presença da Astronomia nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). A principal justificativa apontada, para a construção do capítulo, residiu na percepção de que houve aparentemente alguma influência, dos PCN, sobre a produção do atual Currículo do Estado de São Paulo.

Três resultados daquele terceiro capítulo, que consideramos válidos de serem retomados aqui, por servirem de subsídios para a análise que se pretende apresentar a seguir, são os seguintes:

- O tema “Astrometria e Observação da Esfera Celeste” quase não é abordado nos PCN de Física, estando praticamente restrito aos PCN de Ciências. E, ainda, este tema, juntamente com o tema “Sistema Terra-Lua-Sol” é o que mais se destaca dentro do tema da Astronomia nos PCN de Ciências;
- Há uma presença significativa de propostas didáticas e de sugestões de estratégias didáticas, ligadas à Astronomia, nos PCN de Ciências;
- Aparentemente, os PCN de Ciências se propõem a ser, no que se refere à proposta de ensino e aprendizagem de Astronomia, mais do que um conjunto de parâmetros: os PCN de Ciências poderiam servir como uma espécie de guia didático

para os professores do EF, um guia que fornece um amplo conjunto de subsídios para o professor, para o seu trabalho em sala de aula. Trazem um grande conjunto de sugestões sobre como deve ser a atuação do professor junto aos alunos, e sugestões sobre atividades didáticas possíveis de serem realizadas pelos alunos. Apresentam ainda diversos e extensos parágrafos, em que são feitas descrições e explicações diretas sobre conteúdos de Astronomia, algo que foi observado, em especial, junto aos temas “Astrometria e Observação da Esfera Celeste”, “Epistemologia”, “Movimentos do Sistema Terra-Sol-Lua e suas causas e consequências físicas” e “Planeta Terra”.

É interessante perceber, a partir desses resultados, que a prática da Observação do Céu se configura como um dos subtemas de destaque, dentro do tema da Astronomia dos PCN de Ciências. E também é interessante notar que os PCN de Ciências apresentam certos elementos que os aproximam ligeiramente de um guia, um instrumento de auxílio ao professor no planejamento de suas aulas. Similar àquilo que os Cadernos do Professor do Currículo do Estado se propõem a ser.

Usamos assim os resultados e os argumentos supracitados para justificar o porquê de entendermos ser possível se realizar uma comparação entre os PCN de Ciências e os Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo: são documentos que, apesar de serem de naturezas diferentes, com finalidades diferentes, possuem, segundo nossas considerações, elementos que os aproximam, e que permitem uma comparação, particularmente no que diz respeito ao tema Observação do Céu.

Esta comparação é trabalhada, a seguir, por meio da construção de dois Mapas Conceituais sobre o tema Observação do Céu, um a partir dos PCN de Ciências, e o outro a partir dos Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo, os quais são então comparados entre si.

### 5.2.1 Mapas Conceituais

Segundo Moreira e Rosa (1986, p.17), “*mapas conceituais são diagramas bidimensionais mostrando relações hierárquicas entre conceitos de uma disciplina e que derivam sua existência da própria estrutura dessa disciplina*”. Já segundo Tavares (2007, p.84), “*o mapa conceitual é uma estrutura esquemática para representar um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições, podendo ser entendido como uma representação visual utilizada para partilhar significados*”.

O mapa conceitual pode ser considerado uma ferramenta de auxílio a um pesquisador, segundo Tavares (2007), por ser uma forma de explicitar seus conhecimentos, e/ou para tornar mais clara as conexões que ele percebe entre os conceitos sobre determinado tema. Ele permite assim que o pesquisador apresente uma visão idiossincrática sobre a realidade a que se refere.

Tavares (2007) ainda afirma que os mapas conceituais seriam mais efetivos que os textos comuns para ajudar os leitores a construir inferências complexas, e a integrar as informações que eles fornecem, já que o processamento mental de imagens pode ser menos exigente cognitivamente que o processamento verbal de um texto. E também que os mapas teriam o potencial de melhorar “*a acessibilidade e usabilidade materiais, durante uma pesquisa, na medida em que apresentam marcas visual-espaciais que podem guiar uma seleção ou categorização*” (TAVARES, 2007, p.45).

Um alerta feito tanto por Moreira e Rosa (1986), quanto por Tavares (2007), é o de que um mapa conceitual não deve ser visto como a única forma de se representar certa estrutura conceitual. E ambos também indicam que não há regras fixas ou modelos rígidos para se traçar um mapa conceitual, que o importante é que ele evidencie claramente relações e hierarquias entre conceitos.

Um mapa conceitual, para ser considerado bom, teria de apresentar uma boa seleção de conceitos relacionados ao tema principal, sendo ainda que a existência de um grande número de conexões entre os conceitos poderia ser considerada um

indício da familiaridade do autor do mapa com o tema, mesmo que ele não tenha feito a escolha dos conceitos a serem mapeados (Tavares, 2007).

Os mapas conceituais não são auto-suficientes: de acordo com Moreira e Rosa (1986), é sempre necessário que sejam explicados por quem os faz. Todavia, Moreira sugere que uma maneira de diminuir a necessidade de explicações sobre o mapa é escrever, sobre as linhas que unem os conceitos, uma ou duas palavras-chave que explicitem a relação simbolizada por elas.

Dentre os diversos tipos de mapas conceituais, Tavares (2007) destaca o do tipo *hierárquico*, no qual as informações são apresentadas numa ordem descendente de importância - no sentido de apresentar “*uma estrutura que se ramifica em diversos ramos de uma raiz central*” (TAVARES, 2007, p. 78) -, sendo sempre a informação mais importante (inclusiva) de alguma forma destacada em relação às menos importantes (auxiliares). Apesar de afirmar que um mapa hierárquico estrutura o conhecimento de maneira mais adequada à compreensão humana do que outros tipos de mapas, Tavares também indica ser mais difícil de externar e de construir um, visto que explicita - principalmente para si - a profundidade do conhecimento do autor sobre o tema do mapa, expondo assim a sua estrutura cognitiva e a sua clareza sobre o assunto.

Sobre a relação dos mapas conceituais com processos de ensino e aprendizagem, dentre outros destaques, Moreira e Rosa (1986) afirma que eles podem servir como meios instrucionais a serem usados tanto na análise e na organização do conteúdo, como no ensino e na avaliação da aprendizagem, sendo ainda recursos flexíveis e dinâmicos, cuja maior vantagem pode estar no fato de enfatizarem o ensino e a aprendizagem de conceitos. Acrescenta-se aqui ainda a proposição de Tavares (2007), de que, como instrumento estruturador do conhecimento, existem diversas aplicações em Educação dos mapas conceituais dentre as quais a leitura, por exemplo, de artigos em jornais e revistas, ou a extração de significados de livros de texto.

### 5.2.2 A construção dos Mapas Conceituais sobre Observação do Céu

A seguir serão apresentados dois Mapas Conceituais sobre o tema “Astrometria e Observação da Esfera Celeste”, um construído a partir dos documentos dos PCN de Ciências e de Física, e outro a partir dos Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo.

Justifica-se a inclusão do tema Astrometria, na construção dos mapas, por se considerá-lo essencialmente vinculado ao de Observação do Céu, consideração que já havia sido usada, inclusive, quando da construção das categorias de análise no segundo capítulo deste trabalho, sobre Temas e Conteúdos da Astronomia nos PCN. Relembramos, aqui, a descrição de tal categoria de análise, construída para se analisar os PCN:

Astrometria e Observação da Esfera Celeste: conhecimentos a respeito da Observação Sistemática, da Descrição e do Registro Útil das posições, dos movimentos e das características visuais dos astros na esfera celeste. Incluem-se informações sobre: orientação; pontos cardeais; calendários; constelações; astrofotografia; as variações de posição do Sol, da Lua e dos planetas, ao longo do tempo; etc.

A construção dos mapas se deu da seguinte forma.

Primeiramente, diante das análises feitas nas seções anteriores, em que se verificou que o tema “Astrometria e Observação da Esfera Celeste” está presente apenas nos PCN de Ciências, e o tema Observação do Céu apenas nos Cadernos do Professor da disciplina de Ciências no Currículo do Estado de São Paulo - resultados já apresentados anteriormente -, foram tomados para leitura e análise apenas esses dois conjuntos de documentos, deixando-se de lado os PCN de Física e os Cadernos da disciplina de Física.

Em seguida, fez-se a leitura integral dos textos desses dois conjuntos de documentos, na busca por todos os excertos nos quais fosse identificada a presença

de algum conceito fundamental que se refira à Astrometria e à prática de Observação do Céu.

A partir desses excertos, foram então pinçados os conceitos fundamentais existentes neles, e estabelecidas relações entre eles, por meio de frases curtas e diretas.

Por exemplo, na página 20 do Caderno do Professor para o 1º Bimestre da 6ª série / do 7º ano da disciplina de Ciências, encontra-se o seguinte excerto:

“Se o período das aulas for diurno ou vespertino, inicie as observações da Lua na fase crescente, pois, nessa fase, ela nasce por volta do meio-dia e se põe perto da meia-noite. Assim, seu movimento pode ser acompanhado com mais facilidade durante a tarde e o início da noite. Se a turma for noturna, prefira a Lua cheia, que nasce por volta das 18 horas e se põe mais ou menos às 6 horas da manhã” (SÃO PAULO, 2009, p. 20).

A partir dele, podem se identificar, dentre outros, os conceitos fundamentais “Lua”, “Fase(s)”, “Dia” e “Hora”. Esses conceitos foram então relacionados entre si, por meio, em particular, das seguintes frases curtas:

“Lua” possui “fases”

“Lua” nasce e se põe em “diferentes horários” dependendo da “fase”

“Lua” pode ser vista também “durante o dia”

Esta dinâmica foi utilizada ao longo de toda leitura, tanto dos Cadernos do Professor quanto dos PCN. E com isso, obteve-se duas amplas listas, para cada conjunto de documentos, de conceitos fundamentais e de relações básicas e diretas entre eles.

De posse dessas listas, utilizou-se do software especializado na construção de Mapas Conceituais IHMC CmapTools<sup>9</sup> para a construção dos Mapas Conceituais apresentados nas figuras 4.1 e 4.2. Procurou-se seguir a sugestão de Moreira e Rosa (1986), de se escrever, sobre as linhas que unem os conceitos, as palavras-

---

<sup>9</sup> Disponível para download gratuito no website <http://cmap.ihmc.us/>. Acesso em: 05 Jul. 2012.

chave que explicitam a relação simbolizada por elas. Procurou-se, também, evitar a superposição de linhas entre si e entre linhas e conceitos e palavras-chave, na tentativa de se diminuir a poluição visual e assim facilitar a leitura dos Mapas.

### *5.2.3 Resultados, Análise e Considerações*

Os dois Mapas construídos acabaram por se mostrar do tipo hierárquico, conforme Tavares (2007). Os conceitos mais importantes foram destacados dos menos importantes por meio da utilização de fonte negrito e de maior tamanho e, principalmente, do formato elíptico da caixa que os envolve.

Para os PCN de Ciências (mapa da Figura 5.1), foram elencados no total 32 conceitos, sendo 6 os conceitos mais importantes. Nas linhas que ligam os conceitos, foram escritas as palavras utilizadas na montagem das frases curtas, conforme descrição feita na subseção anterior (5.2.2).

A determinação de quais são os conceitos mais importantes, e quais os menos, se deu: em função do grau de importância dado aos conceitos nos documentos analisados, de acordo com a leitura que se fez deles; e também do número de frases curtas nas quais o conceito foi inserido.

Assim, foram considerados como fundamentais os conceitos de: “Observação da Esfera Celeste”; “Movimento dos Astros”; “Orientação”; “Constelações”; “Cruzeiro do Sul”; “Construção de Calendários”. Analisando-se o mapa para os PCN de Ciências, pode-se perceber que esses conceitos são aqueles que tendem a se ligar a um número maior de outros conceitos.

Ressalta-se que se optou por dispor todos os conceitos de tal forma a evitar o entrecruzamento de linhas para facilitar a leitura do mapa. Tal escolha, entretanto, impossibilitou um arranjo no qual os conceitos mais importantes se destacassem mais dos demais, por exemplo, por se concentrarem todos no topo ou no centro do mapa.



Para a construção do mapa conceitual, referente aos Cadernos do Professor da disciplina de Ciências (mapa da Figura 5.2), foram utilizados a mesma metodologia de construção e os mesmos critérios de separação entre conceitos mais e menos importantes.

Foram elencados desta vez, no total, 72 conceitos, sendo 12 os conceitos considerados mais fundamentais: “Astro(s) visível(is) a olho nu”; “Movimento diário no céu de leste para oeste”; “Estrela”; “Sol”; “Sombras”; “Os pontos cardeais”; “O Cruzeiro do Sul”; “Órion”; “Três Marias”; “Constelação(ções)”; “Lua”; e “Objeto(s) visível(is) a olho nu”.

Novamente optou-se por dispor todos os conceitos de tal forma a evitar o entrecruzamento de linhas.



Dentre os conceitos mais importantes, de cada um dos dois mapas, uma análise cuidadosa pode destacar a existência de certa correspondência entre alguns dos conceitos mais importantes, de um mapa, com alguns dos do outro. Identificou-se a existência de 5 conceitos fundamentais nos PCN - dentre os 6 que se destacam no mapa - , para os quais se entende haver uma correspondência com 6 dos conceitos fundamentais presentes nos Cadernos - dentre os 12 que se destacam no mapa -:

<b>Conceitos fundamentais nos PCN</b>	<b>Conceitos fundamentais nos Cadernos</b>
Observação da Esfera Celeste	Astro(s) visível(is) a olho nu Objeto(s) visível(is) a olho nu
Movimento dos Astros	Movimento diário no céu de leste para oeste
Orientação	Os pontos cardeais
Constelações	Constelação(ões)
Cruzeiro do Sul	O Cruzeiro do Sul

Tabela 5.3 – Relação entre alguns dos conceitos fundamentais sobre Astrometria e Observação do Céu, presentes nos PCN da disciplina de Ciências e presentes nos Cadernos do Professor da disciplina de Ciências do Currículo do Estado de São Paulo.

Esta correspondência de conceitos fundamentais pode ser considerada um indício de que há uma relativa compatibilidade entre as propostas presentes nos dois conjuntos de documentos, pelo menos no que se refere a alguns dos principais conceitos que se propõem sejam ensinados.

Na tentativa de se obter uma melhor maneira de se comparar os dois Mapas Conceituais, um terceiro mapa foi construído, que se encontra na figura 5.3. Ele é como o segundo, construído a partir dos excertos dos Cadernos do Professor. Todavia, neste terceiro, estão indicados apenas conceitos para os quais se identificou a existência de algum conceito correspondente no mapa dos PCN.



A partir desse terceiro mapa, algumas considerações puderam ser elaboradas.

Primeiramente, chama a atenção o fato de que boa parte dos conceitos presentes nos PCN, a respeito do tema Astrometria e Observação da Esfera Celeste, também é encontrada nos Cadernos do Professor: dos 32 conceitos levantados nos PCN (mapa da Figura 5.1), para 24 deles foram encontrados conceitos equivalentes ou análogos nos Cadernos do Professor do Currículo do Estado (mapa da Figura 5.3).

Em segundo lugar, lembrando que há, no mapa referente aos Cadernos (mapa da Figura 5.2), um total de 72 conceitos presentes, e que no mapa referente aos PCN (mapa da Figura 5.1), um total de 32 conceitos, a existência desses 24 conceitos comuns a ambos os mapas indica que os Cadernos do Professor tratam a temática da Astrometria e Observação da Esfera Celeste, de maneira mais aprofundada, indo além daquilo que se propõe como conteúdos básicos sugeridos pelos PCN. Introduzem, por exemplo, conceitos como a existência de objetos no céu visíveis a olho nu - além, portanto, de Sol, Lua, Estrelas e Planetas, astros visíveis a olho nu - tais como Estrelas Cadentes, Satélites Artificiais e Via Láctea. Apresentam, ainda, por exemplo, um maior aprofundamento a respeito de conceitos ligados à Lua, tais como a periodicidade de suas fases, e ainda também um maior aprofundamento a respeito dos temas das constelações do Cruzeiro do Sul e de Órion e de suas principais estrelas.

É possível perceber, por meio da análise do mapa da figura 5.3, que 10 dos 12 conceitos fundamentais presentes nos Cadernos - marcados com elipses - também estão presentes nos PCN. Alguns desses conceitos fundamentais nos Cadernos - “Órion”, “Estrela(s)”, “Lua”, “Sombras” e “Sol” -, entretanto, não são considerados conceitos fundamentais também para os PCN, e sim conceitos secundários, o que indica uma divergência, entre os dois documentos, quanto ao grau de importância dado particularmente para esses conceitos.

Lembrando-se da tabela 5.3, na qual se verifica que 5 dos 6 conceitos fundamentais para os PCN são também conceitos fundamentais para os Cadernos, pode-se afirmar que há uma estreita relação entre os conceitos fundamentais dos dois

conjuntos de documentos: a maioria dos conceitos fundamentais propostos para serem ensinados pelos PCN está presente na proposta do Currículo, e a maioria dos conceitos fundamentais do Currículo está presente, como conceito fundamental ou secundário, na proposta dos PCN.

Além dessas similaridades quanto aos conceitos presentes em ambas as propostas, observa-se também que as conexões entre conceitos presentes em ambas são, em geral, as mesmas. Há apenas uma maior ênfase em determinados conceitos e suas relações, em uma proposta do que em outra. Para se ter uma ideia da mínima diferença entre essas propostas, pode-se citar, por exemplo, que no que diz respeito aos movimentos dos astros no céu, os PCN atribuem uma maior ênfase à existência de diferentes movimentos, para cada grupo de astros (Sol, Lua, planetas e constelações), podendo estes movimentos ser diários ou anuais, e podendo ser vistos de diferentes formas, dependendo do local de observação, devido à forma esférica da Terra. Já a proposta dos Cadernos dá maiores ênfase e aprofundamento à análise dos movimentos diários dos astros (incluindo Sol, Lua e constelações), de leste para oeste, devido à rotação da Terra de oeste para leste. Apesar de não deixar de introduzir conceitualmente também os demais movimentos observáveis no céu, como o movimento lento e anual dos planetas visíveis por entre as estrelas, as alterações da posição e no horário de nascer e se pôr do Sol e da Lua ao longo do ano.

A partir das considerações feitas até aqui, não se pode afirmar que, necessariamente, houve uma influência direta dos PCN na produção dos Cadernos, no que se refere às Situações de Aprendizagem nas quais aparece a prática de Observação do Céu. Mas pode-se afirmar que os Cadernos parecem estar, em certa medida, alinhados com os PCN dentro dessa temática: parece haver uma razoável compatibilidade entre as duas propostas. Os principais conceitos presentes na proposta dos PCN estão também nos Cadernos, e as relações entre esses conceitos tendem a ser as mesmas, eventualmente com diferenças quanto à ênfase dada em cada conjunto de documentos. Outra diferença notada é a de haver um maior aprofundamento a respeito de determinados conceitos, nos Cadernos, para os quais

são estabelecidas ainda relações com outros conceitos não presentes na proposta dos PCN.

Uma vez concluída esta primeira análise a respeito do tema Observação do Céu nos Cadernos do Professor, feita por meio da comparação entre os conceitos introduzidos sobre o tema nos Cadernos e nos PCN, é de interesse agora a construção de uma nova análise sobre o tema, desta vez com a intenção de avaliar em que medida se pode estimar o grau de adequação das propostas didáticas de Observação do Céu, presentes nos Cadernos, em relação às propostas de ensino oriundas das pesquisas na área de Ensino de Astronomia.

### **5.3 A Observação do Céu nos Cadernos do Professor do Currículo do Estado, analisada a partir de parâmetros para a construção de propostas didáticas de atividades de Observação do Céu**

No quarto capítulo desta dissertação, foram elencadas 6 dimensões ligadas à prática de Observação do Céu, as quais foram consideradas como parâmetros pertinentes e relevantes para a construção de propostas didáticas de atividades de Observação do Céu. Tais parâmetros foram edificados a partir da identificação e da articulação de elementos semelhantes, e/ou de mesma natureza, junto aos dados colhidos da leitura e análise de 16 artigos nos quais foram encontrados elementos sobre propostas de atividades de Observação do Céu de cunho didático.

Baseando-se nesses 6 parâmetros, foi elaborada uma análise de cada uma das Situações de Aprendizagem (SA) e de Recuperação (SR), pertencentes aos Cadernos do Professor da disciplina de Ciências do Currículo do Estado de São Paulo, nas quais a prática da Observação do Céu se faz presente (tabela 5.2).

Tem-se, como principal objetivo dessa análise, avaliar em que medida se pode estimar o grau de adequação das propostas didáticas de práticas de Observação do

Céu, presentes nessas SA e SR, em relação a resultados de pesquisas que se debruçam sobre propostas didáticas dessa mesma natureza.

Com o objetivo de fornecer subsídios que contribuam para a leitura do texto da análise, foi construída ainda, a partir dos resultados presentes nela, a tabela 5.5 que se encontra logo a diante. Nesta tabela, cada linha está relacionada a uma SA ou SR, e cada coluna a um dos 6 parâmetros de análise. Os cruzamentos entre linhas e colunas são preenchidos com indicativos de a SA ou SR possuir, ou não, subsídios que indicam terem sido levados em conta os aspectos associados aos parâmetros de análise. Os critérios adotados para se utilizar cada um dos indicativos encontram-se na tabela 5.4:

<b>Indicativos</b>	<b>Critérios</b>
Contemplado	A SA ou SR possui subsídios que indicam terem sido levados em conta os aspectos associados ao parâmetro de análise, e apresenta uma coerência interna entre os elementos ligados especificamente a cada um dos parâmetros.
Contemplado parcialmente	A SA ou SR, apesar de possuir subsídios que indicam terem sido levados em conta aspectos associados ao parâmetro de análise, deixou de levar em conta algum(ns) aspecto(s) em particular.
Não contemplado	A SA ou SR não possui suficientes subsídios que indicariam terem sido levados em conta aspectos associados ao parâmetro de análise.
-	A SA ou SR não possui proposta prática de observação do céu.

Tabela 5.4 – Critérios adotados para se utilizar os indicativos do quanto as SA e SR contemplam cada um dos 6 parâmetros de análise utilizados.

Assim, por exemplo, para que o parâmetro “Objetos e fenômenos observáveis” seja considerado Contemplado por uma determinada SA ou SR, nesta deve estar claramente delimitado qual(is) conjunto(s) de objeto(s) e/ou fenômeno(s) se pretende observar durante a atividade prática de observação, já que este é um fator determinante na preparação e no planejamento de toda atividade. Todos os demais parâmetros construídos dependem desta delimitação, de maneira que, se ela não for apresentada, há aí um indicativo de que possivelmente outros aspectos da atividade - p. ex., quais os objetivos maiores da observação, ou quais tipos de equipamentos de observação deverão ser utilizados - estarão prejudicados, contribuindo, assim, para uma provável incoerência interna da atividade, no que diz respeito às suas diferentes dimensões que nos propomos a analisar.

Já para que o parâmetro “Condições de observação, planejamento e preparação” seja considerado Contemplado, é necessário que estejam bem especificados determinados procedimentos necessários de se realizar previamente à execução da atividade, bem como seja apresentado um planejamento que tenha em vista uma preparação dos participantes para a ocorrência da atividade. Apresentar tais elementos deve proporcionar um aumento das chances da atividade de observação ocorrer de maneira satisfatória. E é coerente haver em uma atividade didática, em que se pretende que pessoas desenvolvam algum aprendizado sobre a prática da Observação do Céu, a preocupação de se promover um aprendizado sobre procedimentos possíveis de serem realizados, e sobre como construir um planejamento e se preparar para o período de observação. Este parâmetro depende fortemente de todos os demais, já que, dependendo dos objetos que se pretende observar, do público alvo que se pretende atingir, dos objetivos maiores da observação, dos tipos de registros e dos tipos de equipamentos que se pretende utilizar, as condições da observação, o seu planejamento e a sua preparação certamente irão variar.

Para o parâmetro “Público alvo, contexto e interatividade do público” ser considerado contemplado, deve-se ser claramente especificado para qual público alvo a atividade é dirigida, e qual o contexto em que se insere a atividade de observação - se o contexto é o de educação formal ou não-formal, por exemplo, e em qual ambiente se espera que ela ocorra -. Para que a realização da atividade possa ser bem sucedida, é fundamental haver uma coerência entre o público alvo e o contexto e, por exemplo, os objetivos maiores da atividade, os tipos de registros que se pretende que sejam feitos, e os instrumentos que se pretende ser usados. E, ainda, consideramos que, para uma atividade contemplar este parâmetro, preferencialmente nela deve ser proposto que os participantes tenham uma participação ativa, com alto grau de interatividade, junto à prática de observação em si - por exemplo, por meio da manipulação dos instrumentos de observação, da elaboração de registros, da eventual escolha de quais objetos serão observados e quais os objetivos maiores da atividade -.

Para o quarto parâmetro, “Objetivos maiores da observação”, ser considerado como Contemplado em uma SA ou SR, foi necessário que houvesse nela a especificação da existência objetivos maiores, permeando a atividade como um todo, propondo-se assim ir além da simples observação e identificação de um astro ou fenômeno. Objetivos dessa natureza interferem diretamente no modo como ela é planejada e conduzida e, portanto, relacionam-se diretamente com todas as demais dimensões da atividade. Por exemplo, uma atividade de observação do planeta Júpiter, por meio de um telescópio, pode ter como objetivo maior o de proporcionar melhores entendimentos a respeito dos trabalhos de Galileu Galilei e do advento do modelo heliocêntrico de sistema solar. Este parâmetro, assim, pode vir a influenciar diretamente em outros, mas pode também ser alvo de restrições e escolhas, em função de, por exemplo, objetos e fenômenos que se deseja observar, ou em função do público alvo que se pretende atingir.

O quinto parâmetro, “Registros das observações” foi considerado contemplado apenas por aquelas SA ou SR nas quais é feita a adoção de determinados procedimentos de registros das observações e de coletas de dados, para que estes possam ser manipulados e analisados posteriormente à atividade. E isso, ainda, de forma coerente com os objetivos maiores que permeiam atividade de observação. Este parâmetro também se relaciona com os demais, uma vez que, por exemplo, os tipos de registros podem ser funções do público-alvo que se pretende atingir: pode haver tipos de registros mais adequados de serem adotados para determinados tipos de público-alvo. Registros que envolvam algum tipo de manipulação matemática pode não ser boa opção caso o público-alvo seja composto por crianças, por exemplo. E, naturalmente, dependendo do objeto ou fenômeno escolhido para ser observado, haverá formas de registro mais ou menos adequadas.

Finalmente, para o sexto e último parâmetro “Tipos de observação e instrumentos” ser contemplado, é preciso que na SA ou SR esteja claro qual o tipo de observação que deverá ser realizada - se uma observação direta, indireta, ou observação de representação do céu -, e, principalmente, se é especificada a utilização de algum tipo de instrumento que auxilie a observação e/ou faça a intermediação entre o observador e o objeto - tais como, por exemplo, mapas celestes, instrumentos de

aferição de distâncias angulares, instrumentos óticos, aparelhos que meçam propriedades da luz, etc. -. Os tipos de observação e instrumentos utilizados numa atividade devem variar em função de todos os demais parâmetros considerados. E, também, pode haver casos em que haja inicialmente a escolha da realização de um tipo de observação, ou da utilização de um determinado instrumento, e isto então ser determinante para os demais parâmetros considerados na construção da atividade de observação do céu.

	<b>1) Objetos e fenômenos observáveis</b>	<b>2) Condições de observação, planejamento e preparação</b>	<b>3) Público alvo, contexto e interatividade do público</b>	<b>4) Objetivos maiores da observação</b>	<b>5) Registros das observações</b>	<b>6) Tipos de observação e instrumentos</b>
SA5 - A rotação da Terra e a medida do tempo	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado
SA1 - O que vemos no céu?	-	-	-	-	-	-
SA2 - Observando movimentos no céu - Observando a trajetória do Sol	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado parcialmente	Contemplado
SA2 - Observando movimentos no céu - Observando o movimento e as fases da Lua	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado parcialmente
SA3 - Cruzeiro do Sul: como localizá-lo? E as Três Marias?	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Não contemplado	Contemplado parcialmente
SA4 - Céu e cultura	-	-	-	-	-	-
SR2 - O Universo na tela do computador	Contemplado parcialmente	Contemplado	Contemplado	Contemplado	Não contemplado	Contemplado

Tabela 5.5 – Indicativos de quais parâmetros de análise foram contemplados por cada uma das Situações de Aprendizagem (AS) e Situação de Recuperação (SR) analisadas.

Ao analisar a tabela 5.5, primeiramente, pode-se perceber que todas as SA e SR que possuem propostas de atividades contendo práticas de observação contemplaram plenamente, pelo menos, 4 dos 6 parâmetros de análise. Apenas uma delas, entretanto, a “SA5 - A rotação da Terra e a medida do tempo”, contemplou todos os 6 parâmetros.

E, em segundo lugar, todos os parâmetros de análise foram contemplados plenamente, sem ressalvas, por pelo menos 2 SA ou SR. Os parâmetros 2), 3) e 4), particularmente, foram contemplados plenamente por todas as SA e SR que possuíam propostas de atividades didáticas de observação do céu. E houve apenas um parâmetro - “5) Registros das observações” -, que não foi contemplado plenamente por alguma SA ou SR.

É importante salientar que os parâmetros de análise construídos a partir das pesquisas da área estão intimamente relacionados à prática de observação do céu. Sendo assim, duas SA não puderam ser analisadas pelos parâmetros por não conterem propostas de práticas de observação do céu.

As justificativas para se considerar que os parâmetros de análise foram contemplados plenamente ou não, serão apresentados a seguir, ao longo de toda a análise. Esta está dividida entre as subseções 5.3.1 a 5.3.6, cada uma dedicada a uma das SA e SR.

E na subseção 5.3.7, por fim, serão apresentadas algumas considerações a respeito da análise, na tentativa de sintetizá-la e de fazer alguns apontamentos que forneçam um olhar profícuo a seu respeito.

### *5.3.1 SA5 - A rotação da Terra e a medida do tempo*

Esta SA é dividida em duas etapas. A primeira trata da Rotação da Terra e do fenômeno da alternância entre os dias e as noites, bem como das diferentes intensidades de iluminação no planeta, devido à sua forma esférica. Já a segunda,

trata das sombras devidas à iluminação do Sol, e à possibilidade de se realizar medidas de tempo a partir da observação dessas sombras. É sobre esta segunda etapa que trata a análise a seguir.

### *1) Objetos e fenômenos observáveis*

*Contemplado.* Nesta SA, é proposto o acompanhamento do movimento do Sol no céu, por meio da sombra produzida por ele em um relógio de Sol. Propõe-se, em especial, verificar que a sombra do instrumento encurta, à medida que o Sol vai atingindo o alto do céu, e também que, nas horas subsequentes às 12h, a sombra cresce em direção ao nascente, à medida que o Sol começa a descer para o poente. Em particular, ainda propõe-se a percepção de que a sombra do relógio, quando atinge o seu menor tamanho no dia - ao meio dia solar local -, define a direção do meridiano local, e, portanto, a direção norte-sul.

### *2) Condições de observação, planejamento e preparação*

*Contemplado.* Dentro da apresentação da atividade sobre a utilização do relógio de Sol, foram feitas algumas indicações sobre cuidados que são necessários serem tomados, bem como sinalizadas ações preparativas para compreensão da atividade.

Primeiramente, foi feito o alerta da necessidade de se escolher um dia de Sol sem nuvens, para a realização da atividade. Também foi destacada a importância de se escolher um local, para colocação da cartolina, onde não incida sombra de algum objeto, impedindo a visualização da própria sombra do relógio de Sol. E a cartolina, ainda, precisa ser fixa no local escolhido, não podendo ser girada nem retirada do local, após o início das marcações, para com isso não invalidá-las.

Para a preparação dos participantes na realização da atividade, é feita a proposta da construção de um modelo, com uma lanterna (representando o Sol), um palito (representando o relógio de Sol) fincado em uma bola de isopor (representando a Terra), a partir do qual o participante pode verificar as possibilidades de variação de tamanho e direção da sombra do palito, produzida na superfície da bola de isopor, à

medida que se simula o movimento de rotação da Terra. Também é feita a anotação de que os horários indicados, para a realização das marcações de tamanho e direção de sombra, podem variar caso a época da atividade seja de horário de verão, ou então em função da posição (longitude) em que ela seja realizada. Finalmente, é destacada a importância de se informar os participantes de que o horário marcado no relógio de Sol não é, em geral, o mesmo dos relógios convencionais, já que estes seguem o horário do fuso local (fuso de Brasília), e não o andamento do Sol no céu.

Com relação a essa indicação da diferença entre o horário do relógio com o dos relógios convencionais, talvez se pudesse explicar que há lugares do Brasil que não seguem o fuso horário de Brasília, para assim inserir uma informação mais completa sobre o assunto. Mas como a proposta está inserida em material didático destinado a alunos do Estado de São Paulo, tal informação se torna secundária.

### *3) Público alvo, contexto e interatividade do público*

*Contemplado.* Esta SA tem como público alvo alunos da/o 5ª série / 6º ano da disciplina de Ciências do EF, em Escolas Públicas Estaduais de São Paulo. Não há uma diferenciação entre propostas para alunos do noturno ou diurno, sendo assim, não é possível identificar a idade para a qual a proposta é destinada.

A atividade é proposta para ser feita não de forma individual, mas por grupos de alunos em conjunto. O grau de interatividade dos participantes com a atividade de observação em si, é alto: os alunos devem não só construir o próprio aparato para realização das medidas (relógio de Sol), como também devem produzir registros das medições feitas a partir dele.

### *4) Objetivos maiores da observação*

*Contemplado.* O principal objetivo da “SA5 - A rotação da Terra e a medida do tempo”, em particular da atividade de construção do relógio de Sol, parece ser o de

permitir que os alunos entendam que os movimentos das sombras, devidas ao Sol, podem ser usados como medida da passagem do tempo. E isto em função do movimento de rotação da Terra, que é também o responsável pela existência dos dias e noites, e indiretamente a base para a construção de calendários e relógios.

### 5) Registros das observações

*Contemplado.* É apresentando um roteiro detalhado, de como se realizar o registro da observação do movimento da sombra do relógio de Sol, ao longo das horas. Junto ao roteiro, são apresentadas figuras ilustrativas do processo de registro das observações, que auxiliam na compreensão de como deve ser produzido.

É explicado que, no período da manhã, deve ser medido o comprimento da sombra do relógio, a cada meia hora, sendo necessário identificar o horário de cada marcação. Para facilitar, sugere-se marcar apenas a ponta da sombra da haste do relógio.

No horário das 11h, além da medida do comprimento da sombra, propõe-se que seja traçada uma circunferência, centrada na haste, com raio igual ao tamanho da sombra desse horário. A partir de então, a medida do comprimento da sombra deve ser realizado a cada 15 minutos, dado o aumento da taxa de variação do mesmo, em virtude da posição do Sol no alto do céu.

Uma medida importante de ser realizada, ainda, é a do ponto e do horário no qual a sombra do relógio volta a atingir a circunferência construída às 11h, algo que ocorre, em geral, por volta da 13h. A partir dos dois pontos de cruzamento da sombra com a circunferência, é possível se traçar uma "reta central" entre as duas sombras, que determina a direção do meridiano central e, portanto, da direção norte-sul.

## 6) Tipos de observação e instrumentos

*Contemplado.* O tipo de observação proposta nesta atividade é uma observação indireta do Sol, feita por meio da observação da sombra da haste do relógio (gnômon), projetada pelo Sol na cartolina.

Destaca-se que, nesta proposta de atividade, os participantes são os responsáveis pela construção, em grupos, do instrumento utilizado para a observação: o relógio de Sol, feito a partir de folha de cartolina, espeto de churrasco e pedaço de massa de modelar, usado para fixar o espeto verticalmente sobre a cartolina.

### 5.3.2 SA1 - O que vemos no céu?

Esta SA não possui propostas de atividade prática de observação do céu. Ela se constituiu como uma SA preparatória para as subsequentes, essas sim contendo propostas de atividade de observação do céu.

Nessa SA, procura-se demarcar o campo de estudo do bimestre, delimitando-se, dentre os objetos vistos no céu, aqueles que são estudados pela Astronomia. Inicialmente, é proposta uma atividade de sensibilização dos alunos para o tema. Em seguida, são sugeridas duas atividades em que os alunos desenham, em uma o céu durante o dia, e na outra o céu durante a noite. Propõem-se, ainda, discussões sobre os elementos presentes nos desenhos feitos por todos os alunos, sobre suas semelhanças e diferenças, e sobre as razões de determinados astros estarem presentes no céu somente de dia ou somente de noite. Como complemento à SA, também é apresentada a possibilidade de realizar uma ampla discussão sobre o tema céu, tendo como mote a música *O céu*, de Marisa Monte e Nando Reis. E finalmente, propõe-se a condução da SA para que os alunos venham a delimitar quais os objetos no céu que estão suficientemente longe da superfície terrestre, para serem considerados como objetos externos à Terra, como é o caso da Lua, do Sol e das estrelas. Para casa, sugere-se, ainda, a busca dos significados das palavras “céu” e “astronomia” em um dicionário.

### 5.3.3 SA2 - Observando movimentos no céu

Nesta SA, são apresentadas duas propostas de atividade de observação do céu, uma referente à observação da trajetória do Sol, e outra referente à observação da trajetória da Lua e da alternância de suas fases. Elas são analisadas em separado.

#### 5.3.3.1 Observando a trajetória do Sol

##### 1) Objetos e fenômenos observáveis

*Contemplado.* Na primeira proposta da “SA2 - Observando movimentos no céu”, o fenômeno proposto para ser observado é o movimento do Sol em relação a um local da superfície da Terra, o qual consiste, basicamente, de uma trajetória do lado leste para o lado oeste do céu: por volta das 6h, o Sol se encontra próximo ao horizonte leste; por volta das 9h está a leste, entre horizonte e meio do céu; por volta das 12h próximo do meio do céu, com tendência para o norte; por volta das 15 horas a oeste, na posição intermediária entre o meio do céu e horizonte oeste; e às 18h, próximo ao horizonte oeste.

##### 2) Condições de observação, planejamento e preparação

*Contemplado.* Como parte da preparação dos alunos para a participação na SA, há a proposta de uma atividade inicial de sensibilização e identificação de conhecimentos prévios. Nela, os alunos precisam dizer onde o Sol está em relação à sala de aula, em diferentes horários ao longo do dia. E, se possível, os alunos devem ainda localizar o Sol no céu no horário da aula, para daí tentarem identificar para que lado ele nasce e para qual ele se põe, em relação à sala.

Uma condição de observação importante, que é lembrada, é a de que nunca se deve olhar diretamente para o Sol, para não se correr o risco de causar danos à visão.

Dentro do planejamento de execução da atividade de se determinar para qual lado o Sol nasce ou se põe, é inserida a proposta de se identificar os pontos cardeais por meio de uma bússola. E para haver melhor compreensão a respeito do funcionamento dela, é apresentada a explicação sobre a diferença entre os polos geográficos e magnéticos da Terra, que faz com que as bússolas não apontem exatamente na direção norte-sul. É ressaltado, todavia, que para os fins da atividade, tal diferença não é significativa.

Também inserido na ideia de se proporcionar mais esclarecimento e compreensão sobre os fenômenos observados, são introduzidas as informações de que os horários e as posições de nascimento e de ocaso do Sol dependem da época do ano e da localização da cidade: na época do verão tende a nascer mais cedo e mais ao sul, e na do inverno mais tarde e mais ao norte, sendo que é possível encontrar, particularmente em jornais, dados sobre os horários e locais precisos.

Destaca-se a proposta de aprofundamento posterior à realização da atividade: sugere-se aos alunos que, em suas casas, utilizem bússolas para determinar os pontos cardeais, bem como verifiquem se a previsão realizada em sala, sobre o movimento do Sol, corresponde àquilo que se observa a partir de suas casas.

### *3) Público alvo, contexto e interatividade do público*

*Contemplado.* A “SA2 - Observando movimentos no céu” é proposta para ser inserida em aulas ministradas para alunos da/o 6ª série / 7º ano da disciplina de Ciências do EF, em Escolas Públicas Estaduais de São Paulo.

O que se notou, na proposta descrita nessa SA para atividade de observação da trajetória do Sol, é a iniciativa de que haja uma alta participatividade dos alunos durante a sua realização: é sugerido que se solicite aos alunos respostas a questionamentos do professor sobre o tema da SA; é sugerida a construção pelos próprios alunos de uma bússola; é integrada à proposta da atividade a realização de registros das observações feitas; e é sugerido, ainda, que distâncias angulares entre

o Sol e o horizonte, em diferentes horários, sejam obtidas utilizando-se os próprios braços e mãos como instrumento de medida.

#### *4) Objetivos maiores da observação*

*Contemplado.* Para essa SA, a proposta principal é de que os alunos sejam iniciados na realização de observações mais sistemáticas dos objetos astronômicos no céu. Em especial, que haja com isso a verificação de que o Sol se movimenta no céu do lado leste para o lado oeste.

Há ainda a proposta de que eles venham a tomar conhecimento sobre a utilização, e sobre o funcionamento, de um instrumento de localização historicamente importante: a bússola.

#### *5) Registros das observações*

*Contemplado parcialmente.* Há a indicação de que se devem realizar registros das observações realizadas. No entanto, não é especificada uma maneira particular de organização e de tomada de dados. O que se propõe é que, quanto à observação da trajetória do Sol no céu, os alunos estabeleçam uma correspondência entre as posições do Sol e os horários em que ele se encontra nelas, para que tais informações possam ser confrontadas e discutidas entre alunos e professor. Também é sugerido que a referência dos pontos cardeais, obtida a partir de uma bússola, seja registrada de tal forma que possa ser utilizada durante as observações da trajetória do Sol. E, ainda, é indicada a realização de registros das distâncias angulares entre o Sol e o horizonte em diferentes horários, medidas essas tendo por base as próprias mãos e braços dos alunos.

#### *6) Tipos de observação e instrumentos*

*Contemplado.* Apesar de não ser recomendável voltar os olhos para o Sol, nesta atividade pode-se classificar o tipo de observação indicada a ser feita como

observação direta, já que se propõe a observação a olho nu das regiões do céu pelas quais o Sol passa ao longo do dia.

Destaca-se a sugestão de construção de uma bússola de baixo custo, para servir de instrumento de determinação dos pontos cardeais, referência para a localização do Sol em sua trajetória no céu. E é apresentada uma descrição completa de como construir a bússola, a partir de materiais como ímã, agulha, rolha, fita adesiva, faca e vasilhame com água.

E, finalmente, outro instrumento de medida proposto para ser utilizado são os próprios braços e mãos dos alunos. É indicado que um palmo corresponde a cerca de 20° no céu, quando se mantém o braço totalmente esticado e a mão espalmada, e por isso esta medida pode servir de referência para se estimar as distâncias entre o Sol e o horizonte, em diferentes horários do dia.

### *5.3.3.2 Observando o movimento e as fases da Lua*

Nesta atividade, propõem-se realizar dois procedimentos distintos de observação: um sobre o movimento diário da Lua no céu, e outro para a sucessão de suas fases. Apesar disso, por conveniência, ambos serão analisados de forma conjunta.

#### *1) Objetos e fenômenos observáveis*

*Contemplado.* Na segunda proposta da “SA2 - Observando movimentos no céu”, os fenômenos propostos para serem observados são o movimento diário do Lua - do horizonte leste para o horizonte oeste, similar ao feito pelo Sol -, bem como a sucessão de suas principais fases (cheia, minguante, nova e crescente) ao longo dos dias e semanas, a qual está relacionada diretamente com a variação dos horários em que a Lua realiza sua trajetória diária pelo céu: a Lua aparece tanto de dia quanto de noite no céu, nascendo por volta das 18h e se pondo por volta das 6h quando na fase de cheia, nascendo por volta das 6h e se pondo por volta das 18h

quando na fase de nova, nascendo por volta das 12h e se pondo por volta das 24h quando na fase de crescente, e nascendo por volta das 24h e se pondo por volta das 12h na fase de minguante.

## *2) Condições de observação, planejamento e preparação*

*Contemplado.* É apresentada inicialmente, para fins de planejamento, a informação de que a atividade de observação da Lua e de suas fases terá a duração de aproximadamente um mês, devido ao ciclo lunar de sucessão das fases ser de cerca de 29 dias.

Para iniciar a preparação dos alunos, é sugerida inicialmente uma atividade de sensibilização e de levantamento de conhecimentos prévios, na qual eles devem procurar responder perguntas tais como: A Lua se movimenta no céu? Caso sim, como é esse movimento? De que lado nasce a Lua? De que lado ela se põe? Ela é visível durante o dia?

No que diz respeito às condições de observação, é feita a sugestão de que, se o período das aulas for diurno ou vespertino, as observações da Lua sejam iniciadas na fase de crescente, por ela nascer por volta do meio-dia e se por perto da meia-noite, nessa fase, proporcionando com isso um melhor acompanhamento de seu movimento à tarde e no início da noite. Se a turma de alunos for do período noturno, a sugestão é de que o início das observações seja feito na época de Lua cheia, já que então a Lua nasce por volta das 18h e se põe cerca de 6h da manhã. No caso especial em que horários de observação coincidam com os das aulas, propõe-se que seja aproveitada a oportunidade, e seja feita a observação com os alunos na própria escola.

No caso de os alunos realizarem observação do movimento da Lua em suas casas, é feita a sugestão de que eles o façam com a ajuda de um adulto. Não são feitas, contudo, maiores explicações a respeito, sobre como deveria ser a participação do adulto na atividade.

Após a realização das medidas da posição da Lua ao longo das horas, sugere-se, finalmente, um momento para a sistematização de resultados, na qual sejam discutidos, pelos alunos, quais os horários e posições da Lua no céu, ao longo do dia, e se há diferenças nesses horários e posições, nos casos em que a Lua apresenta as fases de crescente e de cheia.

Para a segunda parte da atividade, em que se propõe a observação da sucessão das fases da Lua, é sugerido inicialmente um novo momento de sensibilização e de levantamento de conhecimentos prévios, especificamente sobre os significados que os alunos dão para as principais fases da Lua. E, em especial, é indicada a ideia de que seja pedido a eles que produzam desenhos de cada uma delas.

Como preparação dos alunos para sua participação na atividade, é sugerida a utilização de um calendário que informe as fases da Lua ao longo do mês, solicitando que seja identificado o ciclo da Lua (cerca de 29 dias), para que utilizem essas informações durante a realização das observações.

E, para um momento posterior à sequência de observações, é proposta uma atividade de sistematização do conhecimento, no qual sejam comparadas as anotações feitas pelos alunos.

### *3) Público alvo, contexto e interatividade do público*

*Contemplado.* A “SA2 - Observando movimentos no céu” é proposta para ser inserida em aulas ministradas para alunos da/o 6ª série / 7º ano da disciplina de Ciências do EF, em Escolas Públicas Estaduais de São Paulo.

Quanto à interatividade do público participante, o que se notou, na proposta descrita nessa SA para atividade de observação da trajetória do Lua e da sucessão de suas fases, é a iniciativa de que haja uma significativa participatividade dos alunos durante a sua realização: é sugerido que se solicite aos alunos respostas a questionamentos do professor sobre o tema da SA; é integrada à proposta da atividade a realização de registros das observações feitas; e é sugerido, ainda, que

distâncias angulares entre a Lua e o horizonte, em diferentes horários, sejam obtidas utilizando-se os próprios braços e mãos como instrumento de medida.

#### *4) Objetivos maiores da observação*

*Contemplado.* Para essa SA, a proposta principal é de que os alunos sejam iniciados na realização de observações mais sistemáticas dos objetos astronômicos no céu. Em especial, que haja com isso a verificação de que a Lua se movimenta no céu do lado leste para o lado oeste, de forma semelhante ao Sol, bem como que seja percebida a relação entre a possibilidade de visualização da Lua em determinados horários e a sua fase.

#### *5) Registros das observações*

*Contemplado.* Há a indicação de que se devem realizar registros das observações realizadas. E nesta parte da SA são especificadas maneiras particulares de organização e de tomada de dados.

Primeiramente, para a observação da trajetória da Lua no céu, ao longo do dia, é sugerido observar a posição da Lua de duas em duas horas, ou pelo menos em quatro horários distintos. Propõe-se, então, a montagem de uma tabela em que conste a posição da Lua em função dos horários de observação. Estando a Lua na fase de crescente, os horários sugeridos são de 12h, 14h, 16h, ..., até 24h. Na fase de cheia, os horários sugeridos são de 18h, 20h, 22h, ..., até 6h. Para se realizar as medidas de distância angular da Lua, em relação aos horizontes leste e oeste, sugere-se ter por base as próprias mãos e braços dos alunos, utilizando-se assim a unidade “palmos” como unidade de medida.

Já para a observação da sucessão das fases da Lua, é proposta a construção de outra tabela, com colunas para cada fase, e linhas para registro da data e da hora, da posição da Lua no céu, em relação aos horizontes leste e oeste, e de um desenho da forma da Lua, quando observada.

## 6) Tipos de observação e instrumentos

*Contemplado parcialmente.* Nesta atividade pode-se classificar o tipo de observação indicada a ser feita como observação direta, já que se propõe a observação a olho nu da Lua, tanto durante a observação de suas posições ao longo do dia, quanto na verificação da sucessão de suas fases.

Não é proposta a utilização de nenhum instrumento de medida, a não ser os próprios braços e mãos dos alunos, assim como fora sugerido na atividade de observação da trajetória do Sol no céu. Da mesma forma que lá, é indicado que um palmo corresponde a cerca de  $20^\circ$  no céu, quando se mantém o braço totalmente esticado e a mão espalmada, e por isso esta medida pode servir de referência para se estimar as distâncias entre a Lua e o horizonte, em diferentes horários do dia. Para os fins da atividade talvez não fosse necessário, mas poder-se-ia ser inserida, na proposta, a utilização de instrumentos como binóculos, lunetas ou telescópios, pois isso a enriqueceria no sentido de fornecer mais elementos aos participantes sobre o comportamento da Lua ao longo das semanas, e talvez proporcionasse mais elementos que promovessem um maior entendimento a respeito das causas físicas das fases da Lua.

### 5.3.4 SA3 - *Cruzeiro do Sul: como localizá-lo? E as Três Marias?*

Nesta SA, são apresentadas três propostas de atividade de observação do céu: uma referente à identificação e observação da constelação do Cruzeiro do Sul; outra referente à identificação e observação das Três Marias, da constelação de Órion; e a última uma atividade extra, sugerida para ser feita pelos alunos em suas casas, em que se propõe a observação de diversos astros durante um crepúsculo. Apesar de serem distintas, as três propostas são analisadas de forma conjunta, por se tratarem de uma sequência e apresentarem diversos elementos em comum.

### *1) Objetos e fenômenos observáveis*

*Contemplado.* Para esta SA, propõem-se a identificação e a localização da constelação do Cruzeiro do Sul, e das Três Marias e da constelação de Órion. Há ainda a proposta de realização de uma observação do céu como um todo, durante um crepúsculo, com a intenção de possibilitar a observação de astros e fenômenos tais como o aumento do número de estrelas durante o início do anoitecer, a Lua, planetas, a Via Láctea (se a observação for feita em cidades pequenas), estrelas cadentes, satélites artificiais e a variação de posição dos astros no céu ao longo das horas.

### *2) Condições de observação, planejamento e preparação*

*Contemplado.* O primeiro elemento presente nesta SA, referente ao planejamento da execução das atividades propostas, diz respeito à informação de que elas foram pensadas para serem realizadas no início de março. Isto porque esta é a melhor época do ano para a observação simultânea das constelações do Cruzeiro do Sul e de Órion, sendo assim uma condição importante de observação.

Inserida nessa perspectiva de planejamento e de preparação das atividades, é apresentada uma carta celeste do céu de São Paulo, do dia 05 de março às 20 horas. São feitas explicações detalhadas sobre o que são cartas celestes, sobre como obter outras na internet, e sobre como utilizá-las. É feito também o alerta, entretanto, de que é necessário, durante a preparação da atividade em sala de aula, utilizar a carta celeste do mesmo dia da aula, do horário das 20h, já que as configurações do céu se alteram, dia após dia. Subentende-se que tal necessidade é devida a intenção de que as atividades em sala sejam realizadas no mesmo dia em que será feita, de fato, a observação do céu.

No caso de haver impossibilidade de utilização da carta do dia 05 de março às 20h nesse dia e horário, ou de não ser possível a obtenção de uma carta específica para o dia e horário de observação, é introduzida a informação de que é possível observar o céu em outros dias com uma mesma carta, sendo necessário apenas um

ajuste no horário de observação: a cada dia posterior à data da carta, deve-se observar o céu 4 minutos mais cedo do que se deveria no dia anterior. E a cada dia anterior, 4 minutos mais tarde. Sendo ainda que, no ano seguinte, a mesma carta pode ser utilizada.

Integrando a sequência de atividades de preparação dos alunos, é proposto um momento de sensibilização, no qual é pedido para eles dizerem e anotarem: o que acham que são constelações; se conhecem alguma ou se sabem identificar alguma; se conhecem o Cruzeiro do Sul e as Três Marias e Órion; e o que sabem especificamente sobre essas constelações.

Iniciando-se pela atividade de identificação e observação do Cruzeiro do Sul, como preparação a ela é sugerida a leitura compartilhada de um texto sobre como identificar o Cruzeiro do Sul no céu, no qual é destacada a existência das chamadas estrelas Guardiãs da Cruz, bem como são apresentados os nomes e algumas características das cinco principais estrelas do Cruzeiro do Sul.

Também é proposta a realização de um treinamento, feito em sala e com a ajuda do professor, simulando aquilo que deverá ser executado no momento da observação. É explicada a necessidade de, primeiramente, se identificar o Cruzeiro na carta celeste, e posteriormente ser feita a determinação das direções dos pontos cardeais, em relação ao horizonte, para assim se utilizar das informações, presentes na carta, em auxílio à identificação do Cruzeiro do Sul no céu. Como atividade de aprofundamento, é sugerida ainda a realização de explicação aos alunos sobre a possibilidade de se determinar a posição do polo sul celeste, e dos pontos cardeais, a partir de um prolongamento do “corpo da cruz”, que existe em função de o Cruzeiro se mover em torno do polo sul celeste.

A atividade de identificação e observação no céu das Três Marias, e da constelação de Órion, é proposta para ser planejada e preparada da mesma forma que a atividade referente ao Cruzeiro do Sul.

Sugere-se, inicialmente, para preparação dos alunos na participação da atividade, uma leitura compartilhada de um texto sobre como se identificar as Três Marias e Órion no céu, o qual trata da importância de Órion para as noites de verão do hemisfério sul, e das principais características das Três Marias e das demais estrelas que compõem a constelação.

E, em seguida, é também proposto um treinamento, simulando-se em aula como deve ser feita a localização de Órion no céu, por meio da identificação das Três Marias e de Órion na carta celeste, e da determinação das direções dos pontos cardeais em relação ao horizonte, para assim se utilizar das informações presentes na carta em auxílio à identificação de Órion no céu. Como atividade de aprofundamento, sugere-se ser apresentada a informação de que as Três Marias e Órion também se deslocam no céu, durante a noite, de leste para oeste, da mesma forma que o Sol, a Lua, e todos os astros do céu, devido ao movimento de rotação da Terra.

A terceira e última proposta de atividade de observação, presente nesta SA, é a de se planejar a observação dos demais elementos presentes no céu, além do Sol, da Lua, do Cruzeiro do Sul e de Órion, durante um crepúsculo ao final de um dia. A escolha por esse horário se dá em função de ser considerado o melhor horário para se começar a olhar o céu. Não são explicitadas, mas subentende-se, pelo texto, que as razões para o crepúsculo ser considerado o melhor horário são as possibilidades: de observação dos planetas Mercúrio e Vênus, sempre próximos ao Sol; de se acompanhar o aparecimento gradual das estrelas no céu; de serem vistos satélites artificiais, os quais só podem ser vistos estando o Sol não muito abaixo da linha do horizonte. E ainda pela maior conveniência do horário de início da noite, em relação ao do fim da madrugada.

Para o planejamento da atividade, é sugerida a escolha de um local livre, de fácil acesso, e com um horizonte desimpedido, condições interessantes para tornar a noite de observação mais promissora. E é lembrada, ainda a importância, de se ter a carta celeste em mãos durante a atividade.

Há uma proposta de um conjunto de passos, a serem tomados para a realização da atividade, e que se sugere sejam apresentados para que haja um planejamento comum da atividade por todos os alunos. O conjunto pode ser enumerado, de forma resumida, por: determinação dos pontos cardeais no local de observação; verificação da posição e da fase da Lua; estimativa do número de estrelas visíveis; procura pelas constelações do Cruzeiro do Sul e de Órion, com auxílio da carta celeste; verificar se há variação do número de estrelas no céu em função do tempo; procura pela identificação de outros astros e fenômenos que possam ser vistos no céu; acompanhamento, ao longo das horas, da variação de posição dos astros no céu.

Para promover uma preparação à execução dessa atividade, é sugerido que sejam apresentadas informações específicas, descritas na SA, sobre alguns dos possíveis astros que poderão ser vistos pelos alunos, tais como: planetas, Via Láctea (em cidades pequenas), estrelas cadentes e satélites artificiais.

### *3) Público alvo, contexto e interatividade do público*

*Contemplado.* A “SA3 - Cruzeiro do Sul: como localizá-lo? E as Três Marias?” é proposta para ser inserida em aulas ministradas para alunos da/o 6ª série / 7º ano da disciplina de Ciências do EF, em Escolas Pública Estaduais de São Paulo.

Quanto à interatividade do público participante, o que se notou, na proposta descrita nessa SA para atividade de observação da trajetória do Lua e da sucessão de suas fases, é a iniciativa de que haja uma significativa participatividade dos alunos durante a sua realização: é sugerido que se solicite aos alunos respostas a questionamentos do professor sobre o tema da SA; é integrada à proposta da atividade a utilização e o manuseio de cartas celestes, para possibilitar a identificação de constelações no céu; e é sugerido, ainda, que em uma das propostas de observação do céu os próprios alunos se encarreguem de vasculhar o céu à procura de fenômenos e objetos desconhecidos por eles.

#### 4) *Objetivos maiores da observação*

*Contemplado.* Para essa SA, além do objetivo de se observar determinados astros e fenômenos, já citados no parâmetro Objetos e fenômenos observáveis, há a intenção de que tais observações possibilitem maiores aprofundamentos a respeito de certos conhecimentos, tais como: o fato de todos os astros compartilharem de um mesmo movimento de leste para oeste no céu, devido à rotação terrestre; a possibilidade de se determinar a posição do polo sul celeste e dos pontos cardeais a partir do Cruzeiro do Sul - prolongando o corpo da cruz em quatro vezes e meia no sentido da cabeça para o pé da cruz, encontra-se o polo sul celeste, e descendo-se uma reta vertical, a partir dele, encontra-se o ponto cardinal sul -; a possibilidade de se conhecer sobre, e de se ver no céu, a olho nu, estrelas cadentes, satélites artificiais, planetas, diversas outras constelações, e a nossa Galáxia.

#### 5) *Registros das observações*

*Não contemplado.* Nesta SA, não foi encontrada nenhuma proposta a respeito de serem feitos registros das observações. Apesar de a elaboração de registros não ser determinante para serem atingidos os objetivos propostos na SA, a confecção, por exemplo, de desenhos dos astros e fenômenos observados, e/ou ainda a redação de textos descrevendo os procedimentos realizados no decorrer das atividades de observação, seriam possíveis atividades a serem inseridas nas propostas existentes na SA.

#### 6) *Tipos de observação e instrumentos*

*Contemplado parcialmente.* Nesta SA, pode-se classificar o tipo de observação indicada a ser feita como observação direta, já que são apenas propostas atividade de observação de elementos no céu diretamente a olho nu.

O único instrumento auxiliar que se sugere ser utilizado, no decorrer das atividades de observação, é uma carta celeste. São feitas explicações detalhadas sobre o que são (mapas do céu, especificados para cada região e horário, contendo estrelas

maiores e menores, dependendo do brilho, a indicação dos pontos cardeais e o círculo do horizonte, como referências às posições das estrelas), como funcionam e como devem ser utilizadas (uma vez localizados os pontos cardeais no local de observação, e com a carta virada de frente para o aluno, quando se olha uma região do céu, o nome dela, na carta, deve ficar dirigido para baixo), e também como podem ser obtidas por meio de sites da internet. Para os fins da atividade não seria necessário, mas poder-se-ia ser inserida, na proposta, a utilização de instrumentos como binóculos, lunetas ou telescópios, pois isso a enriqueceria no sentido de fornecer mais elementos aos participantes sobre características dos objetos observados, como planetas, sistemas binários e aglomerados estelares.

#### *5.3.5 SA4 - Céu e cultura*

Esta SA não possui propostas de atividades didáticas de observação do céu. Ela se constituiu como uma SA de fechamento da sequência de SAs sobre a Observação do Céu, tendo como principal objetivo mostrar aos participantes que a interpretação do céu pelo homem é antiga e que cada povo tem sua forma de representar, no céu, elementos de sua própria cultura (crenças, valores e necessidades).

É sugerida na SA4 - Céu e cultura, inicialmente, a leitura compartilhada de dois textos que descrevem o significado de constelação em duas culturas (os gregos e os índios tembés), a partir da qual se sugere ser feita uma discussão a respeito dos significados e a compreensão que os alunos têm sobre o tema constelações. Num segundo momento, é proposta uma atividade de construção das próprias constelações pelos alunos, feita a partir de cartas celestes tais como as utilizadas para a observação das constelações na SA anterior, porém sem os contornos das constelações oficiais. Como última atividade, é apresentado um texto sobre a história da bandeira do Brasil e sua relação com a Astronomia, mostrando que os estados brasileiros estão representados, na bandeira, por estrelas de algumas constelações realmente presentes no céu da natureza. Há ainda, ao final da SA, a indicação de uma sugestão de visita a um planetário, que se constitui como uma

alternativa para apreciação de um céu livre da poluição luminosa, mesmo sendo um céu artificial, principalmente em cidades grandes como São Paulo.

### 5.3.6 SR2 - O Universo na tela do computador

Nesta SR, é apresentada uma proposta de atividade de observação do céu, que deve ocorrer posteriormente à leitura e à interpretação de um texto. A proposta constitui-se como uma atividade de observação do céu realizada de forma remota, por meio do uso da internet, na qual se utiliza um telescópio que se encontra no Miniobservatório Astronômico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), localizado no interior de São Paulo.

#### 1) *Objetos e fenômenos observáveis*

*Contemplado parcialmente.* Na proposta de observação do céu inserida nesta SR, são apresentadas apenas possibilidades e sugestões de objetos a serem observados, não são delimitados alvos específicos de observação.

Quando o responsável pelo planejamento e pela condução da atividade, no caso o professor, faz inscrição para a realização da atividade junto ao observatório, ele pode implementar suas próprias ideias sobre quais objetos se observar, e sobre toda a dinâmica da atividade. Mas também recebe algumas sugestões, tais como, por exemplo: a de observar as cinco estrelas mais brilhantes de alguma constelação; a de obter imagens em branco e preto de diferentes regiões da Lua crescente, identificando o seu relevo e até as suas dimensões; a de realização do projeto "Um passeio pelo céu", cujo objetivo é fazer imagens de um planeta, de uma estrela dupla, de dois tipos de aglomerados de estrelas, enfim, de objetos diferentes, na medida do possível.

## *2) Condições de observação, planejamento e preparação*

*Contemplado.* Por se tratar de uma atividade realizada de forma remota, é explicado ser necessário, primeiramente, o acesso à internet via computador, por parte daqueles que participam da observação, para poder se controlar tanto o telescópio como a câmera acoplada a ele. É também indicado que o professor deve agendar uma sessão de observação previamente, com alguma antecedência, já que a procura pelo serviço é sempre alta. Deve-se, para isso, preencher um formulário existente num website da internet, sendo que as observações remotas sempre ocorrem às 5<sup>as</sup> feiras à noite. Quanto ao manuseio do telescópio, é indicado não haver a necessidade de conhecimentos prévios específicos para fazê-lo.

## *3) Público alvo, contexto e interatividade do público*

*Contemplado.* A “SR2 - O Universo na tela do computador” é proposta para ser inserida como atividade de recuperação para alunos da/o 6<sup>a</sup> série / 7<sup>o</sup> ano da disciplina de Ciências do EF, em Escolas Públicas Estaduais de São Paulo.

Quanto à interatividade do público participante, o que se notou na proposta é que, para ela ser realizada, é necessária uma plena participação dos alunos, já que a atividade é toda realizada por meio da interação deles com o computador que controla, remotamente, o telescópio e a câmera fotográfica. A princípio, é possível ainda haver a participação dos alunos na decisão de quais objetos serão escolhidos para serem observados, mas tal sugestão não é explicitada na descrição da proposta.

## *4) Objetivos maiores da observação*

*Contemplado.* Para essa atividade de recuperação, objetiva-se fornecer aos alunos a oportunidade de observar o céu “ao vivo e em cores” pelo computador. É proposto que os alunos se sintam motivados a experimentar a sensação do que é trabalhar como um astrônomo profissional, e o façam por meio da observação remota através

do telescópio do Miniobservatório Astronômico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

#### *5) Registros das observações*

*Não contemplado.* Não é indicada na proposta nenhuma confecção de registros diretos das observações realizadas, a não ser o próprio registro fotográfico das imagens obtidas pela câmera. É apenas sugerido que, ao final da atividade, seja pedido aos alunos que construam uma produção textual (redação, música, poesia etc.) ou artística (desenho, pintura, escultura etc.) sobre o tema com base na observação do céu por meio de telescópios.

#### *6) Tipos de observação e instrumentos*

*Contemplado.* Nesta SA, pode-se classificar o tipo de observação como indireta, já que a luz dos objetos observados não incide diretamente nos olhos dos participantes. Os raios de luz são coletados pela câmera fotográfica, a qual gera impulsos elétricos que são codificados e transmitidos via internet para o computador manuseado pelos participantes da atividade, e recodificados em imagens, tais quais as que seriam observadas diretamente através do telescópio.

Sobre o controle do telescópio, é indicado haver duas maneiras de se utilizá-lo: a primeira por meio de um acesso via internet com o nome de usuário e senha fornecidos pela equipe do observatório, junto das coordenadas dos astros que se desejam observar; e a segunda, por meio de softwares específicos, desde que se pague ao fabricante para utilizá-los.

#### *5.3.7 Algumas considerações*

De maneira geral, a análise construída ao longo desta seção 5.3 pode levar ao entendimento de que as propostas didáticas de Observação do Céu, existentes nos Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo, parecem ser bem

construídas e elaboradas. A tabela 5.5 pode servir de ilustração disso: a maioria das SA e SR contemplou a maioria dos 6 parâmetros de análise. São assim, no geral, propostas que, sob o ponto de vista dos seis parâmetros analisados, parecem bem estruturadas e planejadas.

No que diz respeito ao segundo parâmetro, “Condições de observação, planejamento e preparação”, este é, em geral, o parâmetro no qual foram identificados mais elementos, junto às propostas analisadas. As propostas tendem a apresentar, assim, um significativo conjunto de elementos relativos aos cuidados que devem ser tomados quanto às condições de observação, e o que levar em conta para o planejamento da atividade, em particular no que diz respeito à preparação da mesma e da preparação e capacitação dos participantes em sua execução.

Talvez uma crítica, no que diz respeito ao segundo parâmetro, que possa ser levantada, é a de que não são, em geral, apresentadas muitas informações sobre estratégias e atividades alternativas, a serem implementadas em caso de impossibilidades de realização das atividades principais - devidas a, por exemplo, más condições de tempo -.

Ainda sobre o segundo parâmetro, ao longo da análise, também se fizeram presentes alguns apontamentos sobre pequenas melhorias que se considerou serem possíveis de serem realizadas nos textos das propostas: na atividade de observação do movimento da Lua, poder-se-ia talvez serem dadas maiores explicações sobre como poderia ser a participação do adulto responsável no transcorrer da atividade; nas atividades em que se utiliza do recurso da carta celeste, poder-se-ia explicitar as razões pelas quais se propôs a utilização, em sala de aula, de carta celeste correspondente à noite do mesmo dia da aula, e não a de outra noite qualquer em que fosse feita a atividade de observação; e, finalmente, na atividade de observação do céu durante um crepúsculo, talvez se poderia explicitar as razões para a escolha de tal período do dia ser mais vantajosa do que outros períodos, para a realização daquela atividade em particular.

Já sobre o terceiro parâmetro, “Público alvo, contexto e interatividade do público”, em geral o que foi observado nas propostas é a intenção de que sempre haja uma alta participatividade dos alunos no transcorrer das atividades. Tal participatividade se traduz, por exemplo: na construção de relógio de sol e na elaboração de registros da sombra do mesmo, em uma das propostas; no manuseio e no aprendizado sobre o funcionamento de cartas celestes; na utilização dos próprios braços e mãos para se realizar determinadas medidas de distância angular no céu; na construção de uma bússola de baixo custo para ser utilizadas em algumas das propostas; na confecção de registros no caso das observações das trajetórias do Sol e da Lua e das fases desta.

No caso específico da atividade de observação presente na SR “O Universo na tela do computador”, fez-se o apontamento de que talvez pudesse haver um incremento no grau de participação dos alunos, no decorrer da atividade, por meio da abertura pra que eles próprios elaborassem propostas de quais objetos e fenômenos serem observados durante a noite de observação.

A respeito do quarto parâmetro, “Objetivos maiores da observação”, em geral, estes se reduzem à aprendizagem sobre como realizar as observações em si, o que se entende ser devido à própria natureza das propostas e ao contexto em que elas se inserem, que é o contexto escolar. Assim, são poucos os objetivos maiores não vinculados diretamente à prática da observação. A maioria dos que se fazem presentes, tende a ser vinculada a aprendizados sobre determinados fenômenos naturais específicos, tais como a rotação da Terra, e os movimentos de astros no céu. Numa das propostas, é inserido o objeto maior de os alunos tomarem conhecimento sobre a utilização, e sobre o funcionamento, de um instrumento de localização historicamente importante: a bússola. E, finalmente, na Situação de Recuperação “O Universo na tela do computador”, é explicitado o objetivo de que a proposta de observação possa servir de motivação aos alunos para que experimentem a sensação do que é se trabalhar como um astrônomo profissional.

O quinto parâmetro, “Registros das observações”, é aquele no qual foram identificadas as maiores diferenças entre as proposta analisadas. Isto porque há

algumas em que a elaboração de registros das observações é parte essencial da atividade - caso da observação da sombra do relógio de Sol, e da observação da trajetória e das fases da Lua - e há outras em que há pouca ou nenhuma indicação sobre como fazer ou sobre se fazer algum tipo de registro das observações - caso da observação da trajetória do Sol, das constelações de Cruzeiro do Sul e de Órion, do céu durante o crepúsculo, e da observação do céu por meio de telescópio controlado remotamente -. Entende-se que seria interessante a inserção, nestas últimas propostas, de sugestões de elaborações de registros das observações - tais como desenhos dos astros e fenômenos observados, e/ou ainda a redação de textos descrevendo os procedimentos realizados no decorrer das atividades de observação - por isso poder permitir um maior aprofundamento e novos aprendizados, a respeito dos conhecimentos relacionados à prática de observação do céu e aos fenômenos e objetos celestes. Mesmo que não sejam propriamente registros das observações em si, mas produções textuais ou artísticas, motivadas pela prática da observação, tais como as sugeridas para serem feitas na SR “O Universo na tela do computador”.

Finalmente, sobre o sexto parâmetro, “Tipos de observação e instrumentos”, foi notada a existência de uma mescla entre propostas de observação direta - caso das observações das trajetórias do Sol e da Lua e das fases da Lua, das constelações do Cruzeiro do Sul e de Órion, e do céu durante um crepúsculo - e propostas de observação indireta - caso da observação da sombra de um relógio de Sol e da observação por meio de telescópio controlado remotamente -. Entende-se ser este um aspecto positivo desse conjunto de propostas didáticas de observação do céu, por propiciar a formação de um repertório interessante de conhecimentos, junto aos alunos, sobre diversos tipos de observação e sobre as características e possibilidades que cada uma deles possui e oferece.

Basicamente o mesmo pode ser dito, ainda, em se tratando da utilização de instrumentos de observação como auxiliares ou como parte integrante da atividade de observação. Há uma mescla, entendida como positiva e benéfica à formação de um amplo repertório por parte dos alunos, entre atividades onde é essencial o uso de determinados instrumentos - caso da observação da sombra do Relógio de Sol e da observação por meio de telescópio controlado remotamente -, atividades onde há

uso de instrumentos, mas não propriamente instrumentos por meio dos quais se faça a observação dos astros - caso da construção de bússola de baixo custo para identificação dos pontos cardeais, da utilização de cartas celestes para identificação de estrelas e constelações no céu, e da utilização dos próprios braços e mãos dos alunos, para realização de medidas de distâncias angulares no céu -, e, por último, atividades onde a prática de observação do céu a olho nu, sem uso de qualquer tipo de instrumento ótico, constitui-se como essencialmente aquilo que se propõe que seja feito - caso das propostas de observação das trajetórias do Sol e da Lua, das fases da Lua, da identificação e observação das constelações de Cruzeiro do Sul e de Órion, e da observação do céu durante um crepúsculo.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Bom mesmo é ir à luta com determinação,  
abraçar a vida com paixão,  
perder com classe  
e vencer com ousadia,  
pois o triunfo pertence a quem se atreve.  
A vida é muito para ser insignificante.*  
**Charles Chaplin**

Nesta dissertação tivemos, como principal interesse, o de avaliar o atual Currículo do Estado de São Paulo, particularmente no que diz respeito às atividades didáticas de Observação do Céu que são propostas junto aos Cadernos do Professor para as disciplinas de Ciências, do Ensino Fundamental, e de Física, para o Ensino Médio.

Essa avaliação foi feita a partir de dois pontos de vista distintos.

No primeiro deles, analisamos as atividades de Observação do Céu no que se refere aos conteúdos. Partindo de um estudo sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) - no qual nos debruçamos, especificamente, sobre os documentos dirigidos às disciplinas de Ciências e de Física -, e utilizando de Mapas Conceituais como ferramenta de análise, pudemos avaliar que os conteúdos ligados à prática de Observação do Céu, tanto nos PCN quanto nos Cadernos do Currículo do Estado, são significativamente semelhantes. A maioria dos conteúdos fundamentais, propostos para serem ensinados pelos PCN está presente na proposta do Currículo, e a maioria dos conteúdos fundamentais do Currículo está presente, como conteúdo fundamental ou secundário, na proposta dos PCN. E observamos, ainda, que as conexões entre conteúdos, presentes em ambas as propostas, são, em geral, as mesmas.

No segundo ponto de vista, a análise se voltou para a estrutura das propostas didáticas de Observação do Céu dos Cadernos. Para subsidiar tal análise foi feita uma revisão bibliográfica, junto a pesquisas em Educação em Astronomia, a partir da qual foram elencadas 6 dimensões ligadas à proposição de atividades didáticas de Observação do Céu - Objetos e fenômenos observáveis; Condições de observação, planejamento e preparação; Público alvo, contexto e interatividade do público; Objetivos maiores da observação; Registros das observações; Tipos de observação e instrumentos -. Estas dimensões foram tratadas como parâmetros importantes para a construção de propostas dessa natureza, e assim foram utilizadas como categorias de análise daquelas presentes nos Cadernos do Currículo do Estado. Ao se construir a análise, observou-se que a maioria das atividades dos Cadernos tende a contemplar a maioria das categorias: todas as 5 atividades, que propõem práticas de observação, contemplaram plenamente, pelo menos, 4 dos 6 parâmetros de análise; todos os parâmetros de análise foram contemplados plenamente, sem ressalvas, por pelo menos 2 destas 5 atividades; 3 parâmetros - “Condições de observação, planejamento e preparação”, “Público alvo, contexto e interatividade do público” e “Objetivos maiores da observação” - foram contemplados plenamente em todas as atividades; e apenas um parâmetro - “Registros das observações” - não foi contemplado plenamente por alguma atividade. Tendo-se ainda em vista que, nesta análise, para se afirmar que uma atividade contempla plenamente um dos parâmetros, ela deve não só possuir subsídios que indicam terem sido levados em conta os aspectos associados ao parâmetro de análise, mas também deve apresentar uma coerência interna entre os elementos ligados a cada um dos parâmetros, somos levados a entender que as atividades de Observação do Céu dos Cadernos tendem a ser bem estruturadas. Tendem a apresentar uma estrutura com coerência interna, e parecem, enfim, estar de acordo com resultados de pesquisas da área de Ensino de Astronomia.

Tanto os Parâmetros Curriculares Nacionais, para as disciplinas de Ciências e de Física, quanto os Cadernos do Professor do Currículo do Estado de São Paulo, para as mesmas disciplinas, foram escritos por especialistas das áreas de Ensino, o que pode ser verificado ao se identificar os nomes dos autores que constam nas contracapas desses documentos. Com esta informação em mente, e levando em

consideração os resultados obtidos em nosso trabalho, é possível perceber certa coerência, uma vez que boa parte das características das propostas didáticas, presentes nos Cadernos e identificadas por nós, parecem envolver diretamente resultados de pesquisas das áreas de Ensino. Os Cadernos do Professor podem ser encarados, no nosso entender, como derivados de pesquisas da área de ensino de Astronomia que estão chegando diretamente às salas de aula em São Paulo.

Esta avaliação remete à importância a ser dada ao advento de materiais didáticos produzidos por pesquisadores da área de Ensino. No caso particular analisado, podemos entender que graças ao envolvimento de pesquisadores na elaboração das propostas de atividades didáticas de Observação do Céu dos Cadernos, os alunos que frequentam as escolas públicas estaduais paulistas têm a oportunidade de participar de aulas nas quais sejam propostas atividades produzidas por equipes experientes e as atividades, pelo menos, sob a perspectiva da nossa análise, parecem bem fundamentadas e estruturadas.

É importante salientar que a inserção de temas da Astronomia, como o ocorrido tanto na proposta do atual Currículo do Estado de São Paulo, quanto nos PCN, parecem ser um importante passo rumo ao desenvolvimento e a disseminação da Astronomia em nosso país. Uma iniciativa desta natureza não pode ser desconsiderada, uma vez que pode causar um significativo impacto na inserção de maiores noções relacionadas à Astronomia, junto ao repertório de conhecimentos desenvolvidos pelos alunos, no decorrer de sua passagem pelo ensino básico oferecido na rede estadual de escolas públicas. E, ainda, a presença das diversas Situações de Aprendizagem, nas quais figuram atividades didáticas de Observação Céu, é por nós vista de forma muito positiva, por entendermos que elas podem servir, inclusive, como mote para o estabelecimento de um primeiro contato sistemático de muitas crianças e jovens com o Céu e, conseqüente e essencialmente, com todo o Universo que existe fora de nosso planeta.

Esperamos, ao final da elaboração desta Dissertação de Mestrado, termos conseguido produzir algum tipo de contribuição para os campos de pesquisa do Ensino de Física e do Ensino de Ciências, e particularmente para o campo de

pesquisa do Ensino de Astronomia, este um campo ainda relativamente jovem em nosso país, e que tanto pode e deve se desenvolver para se consolidar.

Temos consciência de várias limitações que este trabalho apresenta, e de diversas possibilidades de abordagens e de ações que poderiam ter sido implementadas, no decorrer de sua produção, e que possivelmente teriam conduzido à obtenção de diferentes e, eventualmente, mais significativos e pertinentes resultados, do que aqueles que foram obtidos a partir das escolhas que foram realizadas e dos caminhos que foram traçados. Mas entendemos que essas limitações, e principalmente o desenvolvimento, em nós, da consciência de sua existência, juntamente ainda de todos os aprendizados que se sucederam no decorrer do processo de confecção desta Dissertação, podem e devem servir como um ponto de partida, para a elaboração de novos trabalhos, para o enfrentamento de novos desafios, e para a tentativa de dar novas contribuições, cada vez maiores e melhores, para o desenvolvimento de nossa sociedade, particularmente no âmbito nos qual estamos profissionalmente inseridos, que é o da Educação e o do Ensino de Física, de Ciências e de Astronomia.

*Quando a gente realmente quer,  
a gente consegue.*

**Marty Mcfly**

## REFERÊNCIAS

AROCA, S. C.; SILVA, C.C. Ensino de astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 1402, 2011.

BARBOSA-LIMA, M. C. Conversando com Lara sobre a Terra e a terra. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.10, p. 23-35, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BARROSO, M. F.; BORGIO, I. Jornada no Sistema Solar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2502, 2010.

BERNARDES, A. O. GIACOMINI, R. Um jogo educativo para o ensino de astronomia. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.

BERNARDES, A. O. Poluição luminosa. **Física na Escola**, v. 12, n. 1, 2011.

BERNARDES, T. O.; IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F. Metodologia para o ensino de Astronomia e Física através da construção de telescópios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 103-117, abr. 2008.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **PCN+**: Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002. 141p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental - Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio - Parte I - Bases Legais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000a. 109p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio - Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas

Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000b. 58p.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. A Astronomia na Formação Continuada de Professores e o papel da Racionalidade Prática para o tema da Observação do Céu. In: V ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Trabalhos...** Minas Gerais: ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências, 2005. 354. 12p.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n. 2, p.173-188, mai/ago 2010.

CASTRO, C. S.; TEIXEIRA, O. P. B.; A Astronomia nos Livros Didáticos de Física do Ensino Médio: uma Análise. In: XVI SNEF - SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2005. T0411-1.

CATELLI, F.; GIOVANNINI, O.; BALEN, O.; SILVA, F. S. Instrumentação para o ensino de astronomia: projetando a imagem do Sol. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.7, p. 7-13, 2009.

COMPIANI, M. Narrativas e desenhos no ensino de astronomia/geociências com o tema “a formação do universo”: um olhar das geociências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n. 2, p.257-278, mai-ago 2010.

DIAS, C. A. C. M.; RITA, J. R. S. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 6, p. 55-65, 2008.

DIAS, M. C. **Nova Proposta Curricular do Estado de São Paulo**: da concepção à implantação. São Paulo, Instituto de Física, USP, 2009. 98 p. Monografia de Fim de Curso de Licenciatura em Física. (Orientador: Cristina Leite).

DOMINICI, T.; OLIVEIRA, E.; SARRAF, V.; GUERRA, F. D. Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 4501, 2008.

FARES, É. A.; MARTINS, K. P.; ARAUJO, L. M.; FILHO, M. S. O universo das sociedades numa perspectiva relativa: exercícios de etnoastronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 1, p. 77-85, 2004.

FARIA, R. Z.; VOELZKE, M. R. Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 4402, 2008.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.9, p. 7-15, 2010.

GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. Análise da presença de conteúdos de astronomia em uma década do exame nacional do ensino médio (1998-2008). **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, p.31-43, 2011.

HENRIQUE, A. B.; ANDRADE, V. F. P.; L'ASTORINA, B. Discussões sobre a natureza da ciência em um curso sobre a história da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.9, p. 17-31, 2010.

IACHEL, G. Evidenciando as órbitas das luas galileanas através da astrofotografia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 8, p. 37-49, 2009.

IACHEL, G.; BACHA, M. G.; PAULA, M. P.; SCALVI, R. M. F. A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4502, 2009.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 5, p. 25-37, 2008.

IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F.; NARDI, R. Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores. In: VII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Trabalhos...** Minas Gerais: ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências, 2009. 1425. 13p.

KLEIN, A. E.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; ZAPPAROLI, F. V. D. Os sentidos da observação astronômica: uma análise com base na relação com o saber. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.10, p. 37-54, 2010.

LANGHI, R. Educação em astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7, p. 15-30, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, p. 75-92, 2005.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111, abr. 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. In: IX EPEF - ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas, MG. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2004. T0179-1. 13p.

LARA, D. B.; FIGUEIREDO, R. S.; CAMPOS, S. L.; SILVA, P. S. Telescópio: Instrumento de Divulgação e Incentivo para o Estudo de Astronomia nas Escolas. In: XVIII SNEF - SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória, ES. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2009. T0275-1.

LATTARI, C. J. B.; TREVISAN, R. H. Metodologia para o ensino de astronomia: uma abordagem construtivista. In: II ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos, SP. **Trabalhos...** Minas Gerais: ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências, 1999. 11p.

LATTARI, C. J. B.; TREVISAN, R. H.; LIMA, E.; PUZZO, D. Construindo o conhecimento do universo a partir do indivíduo ensino de astronomia no ensino fundamental. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2005. T0712-2. 4p.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. O professor de Ciências e sua forma de pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.4, p.47-68, 2007.

LONGHINI, M. D. Será o Cruzeiro do Sul uma cruz? **Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.

LONGHINI, M. D.; MORA, I. M. Astronomia de fatos ou de relações? Um estudo com professores de física em formação. In: XII EPEF - ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2010. T0051-1. 10p.

MARRANGHELLO, G. F.; PAVANI, D. B. Utilizando a câmera fotográfica digital como ferramenta para distinguir as cores das estrelas. **Física na Escola**, v. 12, n. 1, 2011.

MARRONE, J. J.; TREVISAN, R. H.; Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 547-574, dez. 2009.

MATIAS, L.; LEITE, C. Astronomia na Proposta Curricular de Ciências do Estado de São Paulo: uma análise da espacialidade. In: XIX SNEF - SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus, AM. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2011. T0358-1.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. Mapas Conceituais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 3, n. 1, p. 17-25, abr. 1986.

MORETT, S. S.; PESSANHA, M. C. R.; SCHRAMM, D. U. S.; SOUZA, M. O. Relógio de Sol Analêmico: uma proposta que envolve ensino, professor e aluno. In: XIX SNEF - SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus, AM. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2011. T0376-1.

MORETT, S. S.; SOUZA, M. O. Desenvolvimento de recursos pedagógicos para inserir o ensino de astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 9, p. 33-45, 2010.

MOTA, A. T.; BONOMINI, I. A. M.; ROSADO, R. M. M. Inclusão de temas astronômicos numa abordagem inovadora do ensino informal de física para estudantes do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 8, p. 7-17, 2009.

NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. Adaptando uma câmera fotográfica manual simples para fotografar o céu. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 4, p. 27-45, 2007.

OLIVEIRA, E. F.; VOELZKE, M. R.; AMARAL, L. H. Percepção astronômica de um grupo de alunos do ensino médio da rede estadual de São Paulo da cidade de Suzano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 4, p. 79-99, 2007.

OURIQUE, P. A.; GIOVANNINI, O.; CATELLI, F. Fotografando estrelas com uma câmera digital. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 1302, 2010.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.2, 2005.

PINTO, S. P.; FONSECA, O. M.; VIANNA, D. M. Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de astronomia nas séries iniciais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 71-86, abr. 2007.

PUZZO, D.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Astronomia: a investigação da ação pedagógica do professor. In: IX EPEF - ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas, MG. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2004. T0102-1. 13p.

PUZZO, D.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B.; LIMA, E. J. Dificuldades e qualidades na aula de astronomia no ensino fundamental. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2005. T0654-1. 4p.

QUEIROZ, V.; ROMANZINI, J.; TREVISAN, R. H.; SANZOVO, D. T. As constelações que as crianças imaginam ao olharem para as estrelas. In: VII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Trabalhos...** Minas Gerais: ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências, 2009. 578. 5p.

QUEIROZ, V.; TREVISAN, R. H. Investigação dos conteúdos de astronomia presentes nos registros de aula das séries iniciais do ensino fundamental. In: VII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Trabalhos...** Minas Gerais: ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências, 2009. 802. 13p.

RODRÍGUEZ, B. L.; SAHELICES, C. C. Representaciones mentales de profesores de ciencias sobre el universo y los elementos que incorporan en su estructura en general y los modelos cosmológicos que lo explican. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 17-36, jan./abr. 2005.

ROSADO, R. M. M. Desenvolvimento de um material paradidático visando atrelar o Ensino de Física à Astronomia sob um ponto de vista diferente do proposto pelas PCN+. In: XIX SNEF - SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus, AM. **Trabalhos...** São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física, 2011. T0502-8.

SÃO PAULO (Estado). **Caderno do professor: ciências, ensino fundamental - 6º série, volume 1.** São Paulo: SEE, 2009.

SÃO PAULO (Estado). **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias.** São Paulo: SEE, 2010.

SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física.** São Paulo: SEE, 2008.

SARAIVA, M. F. O.; AMADOR, C. B.; KEMPER, E.; GOULART, P.; MULLER, A. As fases da lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 4, p. 9-26, 2007.

SARAIVA, M. F. O.; SILVEIRA, F. L.; STEFFANI, M. H. Concepções de estudantes universitários sobre as fases da lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, p. 63-80, 2011.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 88-99, 2006.  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.educacao.sp.gov.br/>>. Acesso em: 03 set. 2012.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.educacao.sp.gov.br/>>. Acesso em: 08 nov. 2012.

SILVEIRA, F. L., AXT, R. O eclipse solar e as imagens do Sol observadas no chão ou numa parede. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 3, p. 353-359, dez. 2007.

SILVEIRA, F. L., AXT, R. O que vemos quando projetamos a luz do Sol com um espelho plano: manchas luminosas ou imagens? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. Especial, p. 246-257, nov. 2004.

SILVEIRA, F. P. R. A.; SOUSA, C. M. S. G.; MOREIRA, M. A. Uma avaliação diagnóstica para o ensino da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, p. 45-62, 2011.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 72-85, dez. 2007.

TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Clube de astronomia como estímulo para a formação de professores de ciências e física: uma proposta. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 101-106, abr. 2000.

VERTCHENKO, L.; SILVEIRA, T. A. Exercícios envolvendo a magnitude limite no ensino de astronomia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n. 2, p.239-256, mai/ago 2010.

## APÊNDICES

### **Apêndice A – Dados sobre os 16 trabalhos selecionados para compor a revisão bibliográfica do Capítulo 4, sobre a Observação do Céu**

Uma vez selecionados os 16 trabalhos, a partir dos critérios explicitados na seção 4.1 do Capítulo 4, foram feitas leituras minuciosas de todos eles integralmente. Isso permitiu dividi-los, primeiramente, em 5 conjuntos que refletem principalmente os tipos de observação do céu presentes em cada um:

- Observação do Sol e de eclipses;
- Observação do céu noturno a olho nu;
- Observação do céu noturno por meio de telescópios;
- Observação do céu noturno por meio de fotografias;
- Observação de representações do céu;

Neste Apêndice, apresentam-se descrições dos trabalhos, organizados por grupos, nas quais se procura dar ênfase para as informações fornecidas sobre as atividades de observação do céu, relatadas ou propostas em cada um dos 16 trabalhos.

#### *A.1 Observação do Sol e de eclipses*

Neste grupo classificaram-se 5 trabalhos, nos quais são apresentadas informações a respeito de atividades de observação do Sol e de eclipses. Incluem-se, nessas

atividades, observações diretas (a olho nu, com telescópio, e por meio de projeção) e indiretas (por meio de relógio de sol e de astrofotografias).

Em seu trabalho, Morett et al. (2011) apresentam uma proposta de construção e utilização de um relógio de Sol analógico, a qual foi aplicada junto a alunos do Ensino Fundamental. A observação do Sol, nesta situação, se dá, assim, de forma indireta: o que se observa são sombras devidas à presença do Sol no céu. O principal diferencial do relógio de Sol analógico é o de que há uma interação direta do observador com o relógio: o observador atua como o próprio gnômon do relógio, e precisa se atentar para a necessidade de se posicionar corretamente, em relação às marcações do relógio no solo - feitas previamente pela equipe de professores e pesquisadores, com auxílio de software específico e aparelho GPS -, pois em cada época do ano a posição do gnômon tem de ser diferente. Os alunos participantes da atividade foram, assim, estimulados a pensar a respeito do movimento do Sol ao longo do dia, bem como do movimento do Sol ao longo do ano, desde o momento de escolha do local onde o relógio seria construído - local preferencialmente com grande incidência de luz solar ao longo do dia - até o momento de observação do horário indicado pela própria sombra no chão.

Já Aroca e Silva (2011) apresentam em seu artigo os resultados de uma proposta de um mini-curso, desenvolvido com alunos do Ensino Fundamental junto a um espaço de educação não-formal - o Observatório do CDCC-USP da cidade de São Carlos -, com o objetivo de estimular a aprendizagem dos alunos sobre a dinâmica do Sol e sobre o ciclo das manchas solares. Dentro da sequência do curso, foram realizadas atividades de observação direta do Sol, por meio de projeções que se utilizavam tanto de telescópios como de um heliostato - sendo os alunos orientados sobre os perigos de olhar o Sol diretamente, com ou sem instrumento ótico -. No decorrer dos dias em que essas atividades de observação aconteceram, os alunos eram orientados a registrar o número de manchas solares por meio de desenhos, dando-lhes com isso elementos para discussão e compreensão a respeito dos movimentos do Sol e das manchas solares, bem como elementos que os auxiliavam a elaborar hipóteses sobre a própria natureza das manchas.

O relato e a apresentação dos resultados de uma atividade de observação de um eclipse lunar total, na qual estiveram envolvidas dezenas de professores e centenas de alunos de mais de 30 escolas do interior paulista, são realizados por Langhi (2009) em seu artigo. Tendo em vista a intenção de que os participantes vivenciassem experiências tais como as de astrônomos semi-profissionais (amadores), 67 professores foram preparados, numa série de encontros, para liderar a organização de grupos de trabalho, que viriam a aplicar metodologias de pesquisa para coleta e análise de dados, bem como para sua divulgação posterior, junto ao meio acadêmico. Assim, durante a ocorrência do eclipse lunar total, as equipes de trabalho, espalhadas em diversas cidades, realizaram conjuntamente um amplo levantamento de dados - registro dos horários dos principais contatos da sombra da Terra na Lua, determinação do número de Danjon e a sua distribuição, fotografias e desenhos - por meio tanto de observação a olho nu, quanto por meio da observação através de telescópios. Segundo Langhi (2009, p.23), *“As atividades foram construídas no sentido de despertar no aluno a responsabilidade de coletar dados científicos, com a finalidade de serem encaminhados a órgãos oficiais, (...) e não apenas como um trabalho escolar comum, com objetivo único de receber uma nota”*.

E finalmente, numa série de dois trabalhos, Silveira e Axt (2004 e 2007) apresentam a construção e a aplicação de uma atividade de observação direta de um eclipse solar parcial, por meio tanto da projeção da luz solar filtrada através de folhagem de árvores, como por meio da projeção através de pequenos espelhos. No artigo de 2004, os autores apresentam os fundamentos teóricos da atividade, esclarecendo a relação entre o princípio das chamadas câmaras escuras - nas quais imagens invertidas do ambiente exterior às câmaras são obtidas, dentro delas, por meio de um pequeno orifício em uma de suas paredes - e o fenômeno de projeção do disco solar que ocorre quando a luz do Sol atravessa pequenos espaços vazios em meio a folhagem de árvores, ou quando alguém se utiliza de um pequeníssimo espelho como refletor da luz solar, em direção a uma parede, por exemplo. No trabalho de 2007, Silveira e Axt trazem então os resultados da observação de um eclipse solar parcial, ocorrido naquele ano. Na ocasião, eles obtiveram registros fotográficos dos dois tipos de projeção - através de folhagens e por meio de pequenos espelhos - e também convidaram transeuntes, do local onde se encontravam, para notar a

ocorrência do fenômeno do eclipse por meio daquelas projeções - fenômeno esse que estava passando despercebido por esses transeuntes, mesmo o disco solar tendo sido bloqueado em cerca de 30% pela Lua durante o ponto máximo do eclipse, e ter havido com isso uma diminuição da sensação de claridade do ambiente local -.

### *A.2 Observação do céu noturno a olho nu*

Neste segundo grupo, foram classificados 3 trabalhos nos quais se encontram descritivos e discussões a respeito, principalmente, de atividades de observação do céu noturno a olho nu. Um deles tratando do tema poluição luminosa, e os outros tratando sobre um curso de formação de professores, no qual diversas atividades de observação foram desenvolvidas.

No primeiro trabalho, Bernardes (2011) tem como objeto de preocupação a questão do advento da poluição luminosa já em cidades relativamente pequenas, como a de Nova Friburgo no Rio de Janeiro, onde se dá a coleta de dados da pesquisa. Objetivando a verificação da qualidade do céu na cidade, foram visitadas praças públicas, ruas, escolas e locais com baixa e alta luminosidade. Durante essas visitas, foram tiradas fotos do céu e de determinadas constelações (Escorpião e Órion em particular), para evidenciar a ausência de escuridão no fundo do céu. Além disso, transeuntes dos locais eram convidados a olhar diretamente para essas constelações, através de um tubo de papel que permitia a visualização apenas delas, e informar qual o número de estrelas que eram capazes de visualizar. Tal metodologia, com isso, permitiu a construção de uma estimativa do quanto a poluição luminosa já era capaz de bloquear a luz das estrelas na cidade de Nova Friburgo.

Numa série de dois trabalhos, Bretones e Compiani (2005 e 2010) apresentam o desenvolvimento e os principais resultados de um curso de 46 horas de formação de professores do Ensino Fundamental, analisado no artigo sob o referencial teórico metodológico do modelo da Racionalidade Prática, e que acabou por ter como

principal tema motivador e como eixo central a própria observação do céu (preferencialmente observação a olho nu). Alternando entre aulas teóricas e práticas, a estrutura fundamental do curso consistia em procurar estabelecer, ao longo delas, sequências tais como: a introdução de uma sugestão de prática ou observação pelo professor/pesquisador para os participantes; a realização da prática pelo participante individualmente; o relato da prática e das dúvidas pelo participante e a mediação/sistematização no curso pelo professor/pesquisador a partir dos relatos e das dúvidas apresentadas; a realização da prática pelo participante junto a seus alunos; e o relato da prática e uma reflexão realizada em grupo. Após a realização do curso, alguns dos professores ainda foram convidados a participar de um grupo de estudos e a frequentar reuniões, as quais foram pautadas pelos relatos e pelas dúvidas dos participantes e por seus próprios interesses no desenvolvimento de conteúdos. Dentre as atividades de observação do céu realizadas pelos professores, tanto durante as aulas quanto fora do curso com seus alunos, destacaram-se: observação de Vênus logo após o pôr do Sol; registro e desenho de estrelas e de constelações; utilização de planisférios do céu da data e de planisférios rotativos; observação e contemplação de constelações como Cruzeiro do Sul, Órion e Leão, dentre outras; identificação das estrelas Sirius, Alfa e Beta Centauri, Castor e Pólux, três Marias, dentre outras; uma atividade de observação da Lua e de Júpiter a partir de uma luneta de 60mm; uma atividade de investigação a respeito de como se dá o movimento do Cruzeiro do Sul ao longo de uma noite, bem como uma proposta de comparação dos brilhos de suas estrelas, das cores, e verificação de em que medida o formato da constelação parece realmente com uma cruz; observação de conjunções entre planetas e entre planetas e a Lua; pesquisa e utilização de mapas celestes, planisférios, atlas, sites e CDs como suporte às observações; discussão do movimento do Sol ao longo dos meses e sobre a relação das constelações com as estações do ano - relacionado o outono com Leão, o inverno com Escorpião, Cruzeiro do Sul e Centauro, a primavera com Pégaso e o Verão com Órion; identificação de objetos celestes com telescópios em uma visita a um Observatório; acompanhamento da variação das posições de constelações ao longo dos meses; sugestão de observação de chuvas de meteoros; e discussão sobre as fases da Lua.

### *A.3 Observação do céu noturno por meio de telescópios*

Atividades de observação direta do céu noturno, nas quais se teve telescópios como os principais instrumentos de observação, foram desenvolvidas nos 3 trabalhos classificados neste terceiro grupo. Em cada trabalho, a atividade de observação esteve inserida num contexto diferente: uma num projeto de divulgação científica itinerante, outra numa pesquisa sobre os efeitos da observação do céu sobre o observador, e os sentidos que este constrói para ela, e a terceira numa disciplina de um curso de Licenciatura em Física.

Lara et al. (2009) relatam em seu artigo as atividades realizadas dentro de um projeto de divulgação científica itinerante junto a escolas públicas do estado do Mato Grosso do Sul, no qual foram realizadas aulas e palestras de Astronomia - sobre conceitos básicos, visões de mundo ligadas à Astronomia e sobre o trabalho dos astrônomos -, seguidas de observação do céu com telescópios - incluindo projeção em telão em tempo real da imagem formada em um dos telescópios, por meio de câmera CCD -. Os objetos celestes para os quais os telescópios eram apontados variavam conforme época do ano em que a noite de observação era realizada. No entanto, as noites de observação procuravam ser agendadas sempre em semanas de Lua crescente, para melhor visualização de suas crateras. No decorrer das atividades de observação, os participantes eram informados sobre curiosidades a respeito de temas Astronomia, bem como recebiam cartas celestes de brinde, para que assim se sentissem interessados a realizar novas observações do céu no futuro.

Inserida dentro de uma pesquisa que se propõe a investigar os efeitos da observação do céu sobre o observador, e os sentidos que este constrói para ela, Klein et al. (2010) relatam e apresentam resultados de uma atividade de observação do céu, realizada junto a estudantes e professores de Ensino Médio, Ensino de Jovens e Adultos e de Cursinho, de uma escola de educação básica vinculada à Universidade Estadual de Londrina. Escolheu-se realizar a investigação em uma atividade de observação que se utilizava de um telescópio. Foram observados Saturno, algum outro planeta e provavelmente a Lua - o que pode se deduzir a partir

dos registros das falas dos participantes -. Antes da atividade, era feita uma explicação teórica aos participantes sobre o que seria observado - planetas, objetos muito distantes, etc. -, bem como sobre como posicionar os olhos em relação à ocular do telescópio, para que assim houvesse uma noção por parte dos participantes de como deveriam proceder e do que estaria diante de seus olhos - a maioria nunca tinha observado o céu por meio de um telescópio antes -. Porém novas explicações, durante o ato de observação, eram evitadas, para não influenciar a coleta de dados das reações dos participantes. Essas reações foram organizadas em 12 categorias, dentre as quais destacamos: a preocupação dos participantes em localizar no céu o astro que observavam pelo telescópio; a percepção de que o deslocamento que observavam do astro, no campo de visão da ocular, era devido à rotação da Terra; a percepção de que, mesmo através do telescópio, o que se vê é uma imagem pequena do astro; a sensação equivocada de que o astro tem um movimento de rotação perceptível em poucos segundos de observação; a curiosidade em observar através do telescópio; a curiosidade a respeito do próprio telescópio; a vontade de ver de novo; e a emoção de participar da atividade.

O relato de atividades de observação do céu noturno por meio de telescópios, inseridas, entretanto, dentro do contexto de uma disciplina de um curso de Licenciatura em Física, também é elaborado por Bernardes, Iachel e Scalvi (2008) em seu artigo. A proposta desenvolvida na disciplina foi a de que os licenciandos aprendessem, na prática, sobre a construção de telescópios newtonianos e cassegrains, para que isso lhes proporcionasse uma maior desenvoltura, no momento de realizar explicações durante atividades de observação do céu - realizadas junto a alunos de Ensino Médio, de graduação, de Ensino de Jovens e Adultos, e junto ao público em geral, presente nas noites de observação -. Apesar de se propor a evidenciar a importância do incentivo à observação do céu, à divulgação científica e a questões de interdisciplinaridade, o relato se atém principalmente às dúvidas dos participantes sobre conceitos de ótica e sobre o funcionamento dos telescópios, tais como: o porquê de existir um anel colorido em torno de Júpiter; se as imagens eram invertidas ou não; como as imagens se formavam dentro dos telescópios; o porquê da diferença de tamanho entre os dois tipos de telescópios; etc.

#### *A.4 Observação do céu noturno por meio de fotografias*

Neste grupo reúnem-se 3 trabalhos nos quais se incluem propostas de atividades de observação indireta do céu noturno, por meio da astrofotografia. Em dois deles, há objetos de estudo mais específicos - as luas de Júpiter em um, e as cores das estrelas em outro -. E no terceiro, são apresentadas diversas atividades de observação possíveis de serem realizadas por meio da obtenção de fotos do céu.

lachel (2009) apresenta em seu trabalho uma proposta de atividade de observação sistemática das luas de Júpiter, a ser realizada por meio de registros em câmera fotográfica digital. Por meio dos textos originais do livro Mensageiro das Estrelas, lachel constrói um plano e uma sistemática de observações semelhantes às utilizadas por Galileu Galilei - registros em várias noites seguidas, por volta sempre do mesmo horário da noite, etc. -, quando da descoberta das quatro principais luas de Júpiter. Feitos os registros fotográficos, foi possível ao autor estender a proposta da atividade, por meio da comparação, via computador, dos registros fotográficos obtidos com imagens de programas de simulação, mostrando com isso a possibilidade de um maior estudo a respeito da dinâmica do sistema planetário - p.ex. identificação das luas por meio de seus movimentos e de suas luminosidades, construção de gráficos com os dados colhidos, etc. -.

Em seu trabalho, Ourique, Giovannini e Catelli (2010), primeiramente expõem um amplo estudo sobre como se obter astrofotografias, levando em conta desde questões técnicas pertinentes ao uso dos equipamentos, até questões relacionadas à escolha das melhores épocas e condições para se conseguir determinadas fotografias - condições meteorológicas; escolha de noites em que não esteja presente a Lua cheia, para evitar assim o ofuscamento do brilho dos alvos da fotografia; determinação da melhor época do ano para se observar determinadas constelações e seus objetos, obtida a partir de softwares de simulação tais como Stellarium; a rotação da Terra limita o tempo de exposição das fotos em determinadas situações; etc. -. Já na segunda parte do artigo, os autores descrevem

então 6 sugestões de estratégias didáticas de ensino de Astronomia, que podem se utilizar do recurso das astrofotografias. São elas: identificação de constelações ou construção das próprias constelações, vinculado a um estudo histórico-cultural sobre as constelações; percepção da diferença significativa entre o número de estrelas visíveis numa determinada região do céu, quando vista a olho nu e quando vista através de uma fotografia de longa exposição; percepção do grau de influência da poluição luminosa na intensidade de brilho e no número de estrelas visíveis em determinada região do céu, comparando-se fotos obtidas a partir de diferentes locais de observação; a comparação das cores das estrelas, cujas diferenças podem ser realçadas por meio de fotografias, vinculada ainda a um estudo sobre as razões físicas pelas quais as estrelas possuem diferentes cores; a determinação da posição do polo sul celeste, e conseqüentemente do ponto cardeal sul, por meio de seqüências de fotos de grande campo visual da região do céu onde se encontra o Cruzeiro do Sul, obtidas ao longo de uma mesma noite; percepção do movimento que os planetas fazem, em meio às constelações zodiacais, a partir de seqüências de fotos obtidas ao longo de várias semanas e meses.

Seguindo a mesma linha, Marranghello e Pavani (2011) introduzem em seu trabalho uma proposta de atividade em que, por meio da astrofotografia, possa ser realizado um estudo elaborado sobre, principalmente, as cores das estrelas, o qual poderia ser aplicado já junto a alunos do Ensino Médio. Tendo como objetos de estudo as estrelas das constelações de Cruzeiro do Sul e de Escorpião - constelações importantes, segundo os autores, e que possuem estrelas com significativa variedade de cores -, os autores apresentam exemplos de fotos dessas constelações que, a partir de manipulação simples por computador, permitem estimativas da temperatura das estrelas, dentre outros parâmetros, a partir de noções básicas de lei de Planck, de diagrama HR e de astrofísica básica. É sugerido que a localização dessas constelações no céu tenha como suporte o software de simulação Stellarium, e são indicados todos os detalhes técnicos referentes à obtenção das fotos, desde a manipulação da câmera fotográfica até a edição das imagens no computador.

### *A.5 Observação de representações do céu*

Neste último grupo, destacam-se 2 trabalhos que não envolvem propriamente a observação, mas sim a observação de representações do céu. Num deles, é descrita uma atividade de observação do céu de um Planetário, a qual poderia ser desenvolvida também junto ao céu da natureza, caso feitas as devidas adaptações. E no outro, é o exposto o processo de desenvolvimento de instrumentos adaptados para pessoas com deficiência visual, a partir dos quais, por meio de manipulação, permitem a essas pessoas desenvolverem algum tipo de aprendizado sobre elementos observáveis do céu.

Queiroz et al. (2009) expõem em seu trabalho o relato e os principais resultados de uma atividade realizada junto a crianças do Ensino Fundamental, na qual elas foram convidadas a imaginar e a desenhar suas próprias constelações, além de reconhecer constelações oficiais da Astronomia, tanto por meio da manipulação de cartas celestes quanto por meio de observação do céu do Planetário de Londrina. Após uma aula sobre mapas e cartas celestes, os mais de 57 alunos participantes foram convidados a realizar uma atividade de “liga pontos” em cartas celestes, de maneira a desenharem suas próprias constelações. Como resultado, foram desenhadas principalmente figuras geométricas (triângulo, quadrado, círculo, losango, etc.), mas também corações, borboletas, cachorros, contornos de continentes, letras do alfabeto, estrelas, peixes, casas, fores, setas, cavalos e carros. Após essa atividade, foi exibida uma sessão infantil na cúpula do Planetário, sendo em seguida apresentadas ao vivo, no céu do Planetário, a localização das constelações do Cruzeiro do Sul e de Órion, dando-se especial destaque às Três Marias. Novas cartas celestes, iguais às utilizadas anteriormente, foram então distribuídas às crianças, com a propósito de que elas tentassem identificar nelas as duas constelações mostradas no céu de Planetário. Do total de 57 alunos, 46 identificaram o Cruzeiro do Sul, 41 encontraram Órion, 6 conseguiram encontrar ambas as constelações e 5 crianças não conseguiram identificar nenhuma das duas. Ao final, todas as crianças foram levadas novamente para a sala de projeção, para que tentassem identificar sozinhas ambas as constelações no céu do Planetário, desafio no qual foi obtido novo êxito pela maioria.

O segundo trabalho no qual se identificou uma proposta de observação de representações do céu, foi o trabalho de Dominici et al. (2008), no qual o grupo de autores relata o processo de construção de um kit de materiais didáticos planejados para que pessoas com deficiência visual possam adquirir alguma percepção sobre os elementos do céu da natureza. Foram elaborados para o kit: mapas celestes dos hemisférios Norte e Sul em relevo, com e sem desenhos das constelações, para verificação das diferenças existentes entre as constelações de cada hemisfério; mapas em relevo demonstrando as diferenças entre um céu com poluição luminosa e um céu - número menor de estrelas e aparentando brilho menor -; uma esfera celeste com estrelas e contorno das constelações em relevo; uma representação tridimensional da constelação de Órion, evidenciando que cada estrela da constelação se encontra a uma diferente distância da Terra. Em duas interações dos pesquisadores com um grupo de deficientes visuais, estes forneceram avaliações - facilidade no manuseio dos mapas e da esfera, efeito da poluição luminosa surpreendente, sucesso na proposta da constelação de Órion em 3D - e sugestões de melhorias para o material didático - aumento do tamanho da esfera celeste e contorno das constelações em baixo relevo, utilização de fundo escuro nos mapas celestes, criação de novos mapas específicos para determinadas constelações, legendas em Braille -. Destaca-se a verificação, por parte dos pesquisadores, de haver certas pré-concepções dos deficientes visuais, tais como a de que as estrelas de fato deveriam ter pontas, e de haver dificuldades nas discussões sobre os significados dos conceitos de horizonte e de infinito.

## **ANEXOS**

### **Anexo A – Histórico da implantação do Currículo do Estado de São Paulo a partir de 2007 (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO)**

#### **Proposta Curricular**

A partir dos resultados do SAEB (hoje Prova Brasil), do Enem e de outras avaliações realizadas em 2007, o Governo do Estado de São Paulo elaborou 10 metas para a educação paulista, a serem conquistadas até 2010.

Para isso, propôs uma ação integrada e articulada, cujo objetivo era organizar melhor o sistema educacional de São Paulo. A chamada Proposta Curricular criou uma base curricular comum para toda a rede de ensino estadual.

#### **Pesquisa sobre a Proposta**

Para elaborar a Proposta Curricular, a Secretaria de Estado da Educação pediu aos professores, coordenadores e diretores que enviassem relatos de boas experiências de aprendizagem na rede pública de ensino.

#### **Orientação de estudos**

No começo de 2008, a Secretaria elaborou o Jornal do Aluno para toda a rede estadual paulista. Durante 42 dias, os alunos fizeram uma recuperação pontual em português e matemática, que englobou o material e a Revista do Professor, rebatizada posteriormente de Caderno do Professor. Depois desse período, os cerca de 3,6 milhões de estudantes que participaram do projeto foram avaliados. Os que ainda necessitavam de reforço, continuaram em processo de recuperação no contraturno.

#### **Caderno do Professor**

O Caderno do Professor é distribuído para todo o corpo docente da rede pública de ensino. São quatro volumes no ano, um por bimestre, para todas as disciplinas. O material foi elaborado com

sequências didáticas e sugestões de trabalho, nas quais o professor pode se basear para que desenvolva o conteúdo previsto.

### **SARESP 2008**

O Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – Saresp – é uma avaliação externa da Educação Básica, realizada desde 1996 pela Secretaria de Estado da Educação. A nova Proposta Curricular nasceu atrelada ao Sistema de Avaliação do Estado. O Saresp de 2007 e 2008 apresentou inovações e o exame passou a ser a base das ações de gestão da Secretaria da Educação.

### **Pesquisa e revisão do Caderno do Professor**

Constantemente, a Secretaria de Estado da Educação pede uma devolutiva dos professores, gestores e alunos referente aos materiais da Proposta Curricular. Nesta primeira pesquisa sobre o Caderno do Professor, foi possível consultar o corpo docente para aperfeiçoar a Proposta Curricular e revisar o material.

### **Caderno do Aluno**

O Caderno do Aluno, específico por disciplinas, por bimestre, foi desenvolvido e entregue aos estudantes de todas as séries. É um material que tem a referência pessoal do aluno. Nele, o aluno registra anotações, faz exercícios e desenvolve as habilidades do Currículo com a coordenação e mediação do professor.

### **SARESP 2009**

Em 2009, o Saresp foi elaborado com base na Proposta Curricular do Estado de São Paulo. A participação na avaliação foi recorde: ao todo, 77% dos 2,5 milhões de alunos da rede pública estadual realizaram o exame. Escolas municipais e particulares também participaram.

### **Currículo Consolidado**

Com os bons resultados da implantação da Proposta Curricular no Estado de São Paulo, avaliados pelo Saresp, pelas devolutivas do corpo docente das escolas e na voz da comunidade escolar, o Currículo da rede pública estadual está consolidado. O conceito de aprendizagem respeita as estruturas de pensamento de crianças, adolescentes e jovens de todo o Estado.

### **Caderno de Orientação para professores de EJA**

O material foi produzido especialmente para professores de EJA e contém orientações para a utilização dos Cadernos do Professor e do Aluno na Educação de Jovens e Adultos. Roteiros foram desenvolvidos para adequar o conteúdo do ensino regular às especificidades e necessidades dos estudantes desse nível de ensino.

### **Uso dos Cadernos de Aluno por alunos EJA**

A Secretaria da Educação implantou o Currículo do Estado de São Paulo na Educação de Jovens e Adultos e distribuiu os Cadernos do Aluno para os estudantes de EJA.

#### **Cadernos do Professor de Leitura e Produção de Texto**

Um dos princípios do Currículo do Estado de São Paulo é a ênfase no desenvolvimento da capacidade leitora e escritora dos alunos. A Secretaria da Educação produziu dois Cadernos acompanhados de três DVDs com leituras dramáticas e documentários da TV Escola para apoiar o trabalho do professor de Leitura e Produção de Texto em sala de aula junto a alunos do Ensino Fundamental.

#### **Cadernos do Professor de Literatura**

A partir de uma pesquisa realizada com professores do Estado de São Paulo, a Secretaria da Educação identificou a necessidade de um material que apoiasse o ensino de Literatura. Os Cadernos foram desenvolvidos com base nos acervos disponíveis nas escolas para apoiar o trabalho dos professores de Língua Portuguesa e Literatura junto aos alunos do Ensino Médio.

#### **Site Apoio à Implementação de Currículo**

Foi desenvolvido um website que reuniu todo o acervo do Programa São Paulo Faz Escola. Além de 509 vídeos, a Secretaria da Educação produziu roteiros com sugestões de atividades que estão disponíveis para todos os professores coordenadores e docentes da rede estadual paulista.

#### **Atualização dos Cadernos do Aluno**

Com o currículo consolidado, o Programa São Paulo Faz Escola continua em 2011. Os Cadernos do Aluno, atualizados em todas as disciplinas, serão impressos. A partir de janeiro, já começam a ser distribuídos para todos os alunos das escolas públicas do Estado de São Paulo.

