

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
CAMPUS DE BAURU  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

Cláudio Henrique da Silva Teixeira

**ENFOQUE CTSA NO ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA INVESTIGAÇÃO DE  
POSSIBILIDADES POR MEIO DA ASTRONÁUTICA**

**Bauru  
2013**

Cláudio Henrique da Silva Teixeira

ENFOQUE CTSA NO ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA INVESTIGAÇÃO DE  
POSSIBILIDADES POR MEIO DA ASTRONÁUTICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, Faculdade de Ciências, da UNESP/Campus de Bauru, como um dos requisitos à obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob a orientação do Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho.

Bauru  
2013

Teixeira, Cláudio H. S.

Enfoque CTSA no ensino de astronomia: uma  
investigação de possibilidades por meio da  
astronáutica / Cláudio Henrique da Silva Teixeira,  
2013.

203 f.

Orientador: Washington Luiz Pacheco de Carvalho

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual  
Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2013

1. CTSA e Questões Sociocientíficas. 2. Ensino de Ciências. 3. Educação em Astronomia. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Cláudio Henrique da Silva Teixeira**

### **ENFOQUE CTSA NO ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA INVESTIGAÇÃO DE POSSIBILIDADES POR MEIO DA ASTRONÁUTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, Faculdade de Ciências, da UNESP/Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob a orientação do Prof. Washington Luiz Pacheco de Carvalho.

Banca Examinadora:

**Presidente:** Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho  
**Instituição:** UNESP / Ilha Solteira

**Titular:** Prof. Dr. Rodolfo Langhi  
**Instituição:** UNESP / Bauru

**Titular:** Prof. Dr. Alexandre Cesar Dourado Neves  
**Instituição:** Centro Integrado de Ciência e Cultura / UNESP

**Titular:** Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch  
**Instituição:** Universidade Federal do Espírito Santo

**Titular:** Prof. Dr. Roberto Nardi  
**Instituição:** UNESP / Bauru

**Suplente:** Prof. Dr. Elói Teixeira César  
**Instituição:** Universidade Federal de Juiz de Fora


**Suplente:** João José Caluzi  
**Instituição:** UNESP / Bauru

Bauru, 26 de março de 2013.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE CLAUDIO HENRIQUE DA SILVA TEIXEIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.**

Aos 26 dias do mês de março do ano de 2013, às 08:30 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da Faculdade de Ciências, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. WASHINGTON LUIZ P DE CARVALHO do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Prof. Dr. ALEXANDRE CESAR DOURADO NEVES do(a) Centro Integrado de Ciência e Cultura/UNESP/São José do Rio Preto, Prof. Dr. RODOLFO LANGHI do(a) Departamento de Física / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. SÉRGIO MASCARELLO BISCH do(a) Departamento de Física / Universidade Federal do Espírito Santo, Prof. Dr. ROBERTO NARDI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de CLAUDIO HENRIQUE DA SILVA TEIXEIRA, intitulado "Enfoque CTSA no Ensino de Astronomia: uma investigação de possibilidades por meio da astronáutica". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Prof. Dr. WASHINGTON LUIZ P DE CARVALHO

  
Prof. Dr. ALEXANDRE CESAR DOURADO NEVES

  
Prof. Dr. RODOLFO LANGHI

  
Prof. Dr. SÉRGIO MASCARELLO BISCH

  
Prof. Dr. ROBERTO NARDI

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente às seguintes pessoas que contribuíram para este trabalho:

- Ao Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho, pela orientação, experiência profissional e, principalmente, pela oportunidade de ver o ensino de astronomia e astronáutica sob um outro ponto de vista;
- Aos colegas do grupo de pesquisa AVFormativa pelas contribuições, sugestões e oportunidade de crescimento profissional;
- Ao colega e Prof. Dr. Rodolfo Langhi, pelo apoio, ajuda, contribuições, oportunidades e parceria no ensino e divulgação da astronomia;
- Às secretárias da Pós-Graduação da Faculdade de Ciências, por seus atendimentos sempre eficientes;
- Ao Prof. Dr. Elói Teixeira César, representando o Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora, espaço que permitiu o desenvolvimento dos cursos de astronomia, objeto desta pesquisa;
- Aos professores que participaram desta pesquisa e pela oportunidade de crescimento profissional e troca de experiências;
- À CAPES, pelo apoio financeiro parcial no desenvolvimento desta pesquisa e pelo programa DINTER;
- Aos colegas do DINTER, em particular à Fabiana, Sylvia, Tagliate, Edson pelas colaborações.
- Ao Magnífico Reitor da Universidade Federal de Juiz de Fora, Prof. Dr. Henrique Duque de Miranda Chaves Filho pelo total apoio e esforço em viabilizar o programa DINTER em convênio com a UNESP de Bauru;
- Ao Prof. Dr. Roberto Nardi, também pela viabilização do DINTER.
- À minha esposa, pela paciência, perseverança, humildade e abnegação em aceitar certas situações decorrentes da continuidade deste trabalho e por muitas outras coisas;
- À minha filha, pela compreensão de minha ausência em muitos momentos de suas trajetórias formativas;
- Aos meus irmãos, por apoiarem e acreditarem no meu trabalho e potencial;
- À minha velha e honrada mãe (in memoriam);

- A todos os que colaboraram de algum modo para possibilitar a concretização desse trabalho.

Ubi dubium ibi libertas: Onde há dúvida, há liberdade.

Provérbio latino

TEIXEIRA, C. H. S. *Enfoque CTSA no ensino de astronomia: uma investigação de possibilidades por meio da astronáutica*. 2013. 203 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2013.

## RESUMO

O ensino de astronomia e astronáutica no Brasil, referente à formação de professores, extensão universitária e currículo do ensino básico, pode ter um novo enfoque e uma nova ênfase dada aos seus conteúdos e abordagens. Desde a década de sessenta, currículos de ensino de ciências com ênfase em CTSA – ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro. Tais currículos apresentam como objetivo central preparar os alunos para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social. O estudo crítico do tema astronomia e astronáutica, com ênfase nesta perspectiva, nos permitiu analisar sua aplicação em um curso de formação de professores, com o intuito de problematizar o assunto e promover discussões em sala de aula, de forma a relacionar as questões sociais, científicas, tecnológicas, éticas e ambientais do tema. Deste estudo, baseado em documentos internacionais de fóruns de discussão sobre o uso do espaço e das tecnologias espaciais e da área de direito espacial, enumeramos algumas questões sociocientíficas que podem ser identificadas como ponto de partida para o desenvolvimento de uma educação crítica na área. Esta pesquisa também procurou investigar fatores relevantes para o desenvolvimento de processos formativos em uma amostra de dezoito professores do ensino básico durante um curso de curta duração em astronomia. A pesquisa pretendeu interpretar, através da análise dos dados obtidos a partir das discussões em sala de aula e de suas respostas aos questionários, suas predisposições em trabalhar o tema sob este novo aspecto, suas necessidades formativas em conteúdos e metodologias de ensino em astronomia para que tal trabalho seja viabilizado. Buscamos a resposta ao questionamento central: como e por que, uma proposta de curso de astronomia balizada por alguns princípios críticos, pode contribuir na concepção de ensino de astronomia dos professores, interferindo no significado que eles têm sobre o tema? Que tipo de auxílio pode-se proporcionar ao professor, por meio de ações de formação continuada e uma ênfase CTSA, em relação ao trabalho em sala de aula com temas da astronomia e astronáutica contemporânea? Acreditamos que, enquanto um curso de curta duração (em geral, denominado de “formação continuada”) contemplar resultados de pesquisas sobre educação em astronomia e ensino CTSA, este pode fornecer subsídios para a construção de currículos adequados a uma formação crítica para o ensino deste tema. Nosso estudo, predominantemente qualitativo, fundamenta-se em uma abordagem sobre o ensino da astronomia no Brasil e seus cursos de formação continuada ou aperfeiçoamento profissional de professores, levando-se em conta os autores da área, os documentos oficiais nacionais, e os resultados de pesquisas anteriores relatados em artigos, eventos, teses e dissertações. Os dados são analisados a partir das transcrições das gravações em vídeo dos encontros deste curso, ministrado pelo autor. Os resultados apontam para a possibilidade de alterações no atual currículo de ensino de astronomia, bem como de sua abordagem.



**Unitermos:** educação em astronomia; ensino de astronomia; ensino de ciências; formação de professores do ensino básico; astronáutica; CTSA e questões sociocientíficas.

## **ABSTRACT**

The astronomy and astronautics education in Brazil, relating to teacher training, university extension and basic education curriculum, may have a new focus and a new emphasis given to its content and approaches. Since the sixties, science education curricula with emphasis on STSE - science, technology, society and environment - are being developed worldwide. The main objective of such curricula is to prepare students for citizenship and they are characterized by an approach of scientific content in their social context. The critical study of astronomy and astronautics theme, emphasizing this perspective, allows us to analyze their applicability in a training course for teachers, in order to discuss the subject and to promote discussion in the classroom, aiming to relate its social, scientific, technological, ethical and environmental issues. From this study, based on international documents of forums discussion on the space use, space technologies and space law area, we listed some socioscientific issues that can be identified as a starting point for developing a critical education in the area. This research also had sought to investigate relevant factors to the development of formative processes in a sample of eighteen elementary school's teachers during a short astronomy course. The research intended to interpret, through the data's analysis obtained from the discussions in the classroom and their answers to the questionnaires, their predispositions to work under the theme of this new aspect, their training needs in content and teaching methodologies in astronomy so that work can be made possible. We seek to answer the mean question: how and why an astronomy course proposal, limited by some critical principles, can contribute to the conception of astronomy education of the teachers, interfering with the meaning that they have about the topic? What kind of assistance can be provided to the teacher through continuing education activities and an emphasis STSE, in relation to work in the classroom with contemporary astronomy and astronautics themes? We believe that, while a short course (usually called "continuing education") contemplates research's results on astronomy education and STSE education, this may provide basis to the appropriated curriculum framing and a teaching critical upbringing on this theme. Our study, predominantly qualitative, is based on an approach to the astronomy teaching in Brazil and its continuing education courses or teaching professional improvement, taking into account the authors of the area, the official national documents, and the results of the previous research reported in articles, events, theses and dissertations. The data are analyzed from the transcripts of the video recordings of the meetings of this course, taught by the author. The results point to the possibility of changes in the current curriculum for astronomy teaching, as well as its approach.

## **LISTA DE SIGLAS**

**AEB: Agência Espacial Brasileira**

**APU: Assesment of Performance Unit**

**CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade**

**CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente**

**EUMETSAT: European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites**

**QSC: Questões Sociocientíficas**

**COPUOS: Committee on the Peaceful Uses of Outer Space**

**COMEST: Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology**

**OBAA: Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica**

**ON: Observatório Nacional**

**ONU: Organização das Nações Unidas**

**UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization**

**MEC: Ministério da Educação e Cultura**

**Pesq: Pesquisador**

## **LISTA DE QUADROS**

**Quadro 1: Descrição das categorias para análise dos dados.**

**Quadro 2: Quadro sintético das características distintivas consideradas na seleção dos participantes**

**Quadro 3: Temas propostos pelos professores como possíveis de serem trabalhados em sala de aula**

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	12
<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA</b> .....	16
1.1 Justificativa.....	20
1.2 Objetivo da pesquisa.....	25
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	28
2.1 Educação em astronomia.....	28
2.2 A perspectiva CTSA e as questões sociocientíficas.....	37
2.2.1 O ensino de ciências.....	37
2.2.2 Ensino CTSA.....	40
<b>3 A ASTRONÁUTICA COMO SUBSÍDIO PARA A ABORDAGEM CTSA NO ENSINO DE ASTRONOMIA</b> .....	48
3.1 Levantamento e análise dos programas de alguns cursos de formação continuada em astronomia.....	76
3.2 A busca por questões sociocientíficas em astronomia.....	81
3.2.1 A astronomia e a ênfase CTSA.....	82
3.2.2 Temas potenciais para o desenvolvimento de questões sociocientíficas em astronomia.....	85
3.2.3 Algumas considerações.....	94
<b>4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA</b> .....	96
4.1 Metodologia da pesquisa .....	96
4.1.1 Fundamentos metodológicos e técnicas da pesquisa .....	98
4.1.2 O outro objeto de estudo: o curso.....	101
4.2 Análise dos dados e resultados .....	111
4.2.1 Caracterização dos professores participantes.....	112
4.2.2 Análise e avaliação geral do curso .....	115
4.2.2.1 Os encontros.....	117
4.2.3 Análise dos questionários e relatos dos participantes.....	137
<b>5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	157
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	164
<b>APÊNDICES</b> .....	177

## APRESENTAÇÃO

A astronomia sempre despertou a curiosidade das pessoas. Quando o assunto é o universo, surge na mente de todos perguntas como: quem realmente somos nós? Onde estamos neste universo? O que há de diferente para além do nosso pequeno planeta? Existe vida fora da Terra? E se existe, onde ela poderia estar? O que são realmente as estrelas? Por que existem tantos objetos diferentes no universo? Até onde conhecemos e o que ainda vamos descobrir? Qual o sentido da existência disso tudo, de nós mesmos? Qual a origem do tudo que existe?

Seja de qualquer classe social, de qualquer faixa etária, de qualquer cultura ou religião, estas perguntas afloram na mente quando somos apresentados a temas relacionados à astronomia ou quando discutimos questões da área. Isto é um forte indício de que estamos intimamente relacionados ao universo. Nossos ancestrais ansiavam por compreender o mundo, e continuamos com este anseio tentando entendê-lo utilizando uma metodologia científica. Durante muito tempo estas proposições foram província de filósofos, poetas, profetas e teólogos. E ainda são! Atualmente, num mundo em que a ciência tem voz predominante, pode inicialmente parecer que o assunto diz respeito apenas aos estudiosos e especialistas, que detêm certa compreensão mais profunda da natureza. Embora também possa parecer inicialmente que o assunto trate de coisas do “céu” que estão “fora” da Terra e, portanto não nos dizem respeito, na verdade todos nós estamos envolvidos, e tal compreensão deve ser de domínio de todos. Por isso defendemos o ensino da astronomia nas escolas com mais ênfase, pois se trata da compreensão do próprio homem. A astronomia no Brasil ainda é vista como uma área de conhecimento contemplativo e isto atrai muitos adeptos; porém, as aplicações das tecnologias oriundas da área, seu uso de forma racional e as implicações humanas e filosóficas das pesquisas sobre o espaço sideral estão longe das salas de aula. É preciso mudar este quadro.

Começamos a estudar astronomia aos sete anos de idade, no início da década de oitenta. Naquela época, acreditávamos que ela se limitava ao conhecimento científico sobre os astros, seus dados físicos, constituição e movimento. Acreditávamos também que entender as leis naturais que faziam as coisas serem como são era tudo de importante na astronomia. Muitos dos livros que

lemos tratavam do assunto sob esta perspectiva. Na mesma época fomos apresentados às cartas celestes e a outros livros que ensinavam a reconhecer o céu estrelado e a localizar alguns objetos no céu. Mesmo que apenas de forma contemplativa, estes deram mais sentido às teorias que futuramente iríamos buscar, devido à prática de observação. Foi este contato primordial com a astronomia que nos levou para um curso de Física, onde acreditamos que tínhamos uma formação mais acadêmica naquilo que já conhecia informalmente.

Nos tornamos bacharel, licenciado e mestre em Física. Porém, ainda não havíamos encontrado o que queríamos. Somente anos mais tarde, com a criação do Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora, pudemos ousar oferecer um curso de astronomia para professores, testando e aprimorando nosso conhecimento, com a segurança oferecida por uma sólida formação em Física. Porém, desde nosso ingresso no doutoramento em educação para a ciência, percebemos que a astronomia é muito mais do que havíamos ensinado até então, e que os livros carecem de aprofundamento no que diz respeito à filosofia da ciência astronômica, política de exploração e pesquisa do espaço, suas implicações na economia e na sociedade, uso das tecnologias provenientes das pesquisas espaciais, moral e ética na exploração espacial.

Assim, defendemos um ensino de astronomia não só por meio do tecnicismo da ciência moderna, dos conceitos e dos conteúdos técnico-científicos, mas em todos os aspectos que ela envolve. E isto exige muito mais conhecimento dos professores do que aqueles que lhes são determinados pela academia (quando lhes são exigidos) e cuja estrutura ainda apresenta problemas conforme indicam as recentes pesquisas em ensino da área. Este conhecimento a mais, que atualmente sequer faz parte das ementas dos cursos de formação, e nem dos livros didáticos, pode trazer uma formação mais crítica e questionadora do cidadão. Ele pode permitir que todos, no futuro exercício de sua profissão, seja ela qual for, influenciem nas discussões, decisões e modo de pensar sobre o uso do espaço, das verbas destinadas às pesquisas da área, na elaboração de leis que regulamentam este campo, na compreensão dos problemas internacionais e globais que surgem dele, e em muitas outras implicações que hoje se propagam inevitavelmente na sociedade, cada vez mais e com mais intensidade, diante da rapidez com que o mundo e a civilização se transformam.

Pretendemos com este estudo contribuir para ações que envolvam a formação continuada de professores de Ciências, por meio da análise das possíveis contribuições de um curso proposto. Partindo do pressuposto que, uma das finalidades das pesquisas na área educacional é promover caminhos que alcancem a melhoria do ensino de uma forma geral, e como a melhoria do ensino necessariamente passa pela qualificação docente, seria interessante que os trabalhos de pesquisa enfocassem esse profissional.

Sendo assim, o intuito aqui foi realizar uma pesquisa que trouxesse mais que benefícios para nossa formação profissional, evitando que fosse uma pesquisa elaborada apenas para e pelos pesquisadores universitários, excluindo os professores da educação básica ou até mesmo desvalorizando-os.

Este trabalho procura analisar o resultado de algumas experiências relativas à ênfase ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) desenvolvida no Curso de Astronomia do Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora, oferecido sucessivas vezes pelo autor ao longo dos últimos 4 anos. A cada nova edição do curso fomos aperfeiçoando, aprimorando nossa forma de ensinar astronomia. Desta vez, caminhamos na tentativa de criar um curso próximo do desejado quanto à formação crítica dos professores de ciências, na área de astronomia, buscando a inserção do enfoque CTSA. Procuramos também por questões sociais que envolvem a astronomia e astronáutica para a preparação de debates e discussões em um curso de formação continuada oferecido a professores de ciências, física, matemática, química e áreas afins.

A profissão professor é complexa e requer permanente adaptação às condições de trabalho bem como uma constante atualização científica, pedagógica e didática. Mesmo que a formação inicial seja de elevada qualidade, a formação continuada é, ainda, uma necessidade para garantir a eficiência do ensino. No Brasil, essa necessidade é muito maior devido à escassez de professores de ensino fundamental e médio, principalmente da área das Ciências (RAMOS, 2005).

Os documentos oficiais brasileiros indicam uma formação continuada que viabilize a autonomia, participação e flexibilidade do professor. O Plano Nacional de Educação do Brasil (PNE), por exemplo, sugere aos docentes uma formação continuada, geralmente facultativa, que objetive o desenvolvimento do cidadão, do profissional e possibilite o domínio crítico do conhecimento científico, o que poderá resultar em uma mudança da prática pedagógica e na melhoria da aprendizagem do

aluno. Acreditamos que essa formação deve ter como meta o crescimento profissional dos professores do ensino básico, por meio da aquisição de saberes científicos e críticos, o que pode refletir na melhoria da qualidade do ensino.

Sendo assim, não é necessário ao professor de Ciências apenas conhecer o conteúdo de ensino, ou seja, atualizar-se com relação ao conhecimento específico da astronomia, mas sim estudar formas de trabalhar esse conhecimento com o aluno do ensino básico, trabalho este que deve desenvolver-se por meio de materiais e ações que contribuam para uma discussão efetiva sobre vários aspectos como questões sociais, políticas e econômicas relacionadas à compreensão dos avanços recentes da astronomia.

Acreditamos, portanto, que a formação continuada é necessária, pois não é possível lecionar eficazmente sem estar atualizado e preparado para as mudanças que estão por vir. Assim, no intuito de justificar o trabalho desenvolvido, bem como descrevê-lo, apresento a seguir um texto com a seguinte organização:

- Capítulo I, expõe a contextualização da pesquisa, as justificativas e os objetivos;

- Capítulo II, descreve a fundamentação teórica da pesquisa, apresenta os referenciais teóricos sobre a educação em astronomia, além de uma abordagem sobre a perspectiva ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino de ciências e as questões sociocientíficas que embasaram a pesquisa que aborda nossa busca por estas questões na astronomia;

- Capítulo III, descreve informações fundamentais que estabelecem o vínculo entre astronáutica e astronomia, entre esta e a CTSA e as questões sociocientíficas.

- Capítulo IV, trata do desenvolvimento da pesquisa, da metodologia e seus fundamentos e delinea, analisa e discute os dados coletados durante o curso de astronomia;

- Capítulos V, realiza algumas considerações e conclusões.

Ao final, encontram-se as referências bibliográficas utilizadas e citadas ao longo dos capítulos e os apêndices que se relacionam aos materiais utilizados para a realização do curso de formação continuada, os quais foram fundamentais para a consolidação da pesquisa.



## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

O século XX foi marcado por inúmeras descobertas sobre o universo e as tecnologias que surgem das pesquisas espaciais cresceram exponencialmente. Os impactos dessas descobertas atingem diretamente a sociedade e muitas das aplicações tecnológicas são adaptadas para o uso nos mais diferentes setores industriais (Araújo, 2009). Além disto, tais descobertas são normalmente divulgadas pela mídia e desta maneira atingem diretamente a escola e, conseqüentemente, o ensino de Ciências que sofre alterações e ganha novas questões para serem discutidas.

Essa expansão do conhecimento científico gerou para as disciplinas de Ciências, em particular na área de astronomia, um constante desafio e uma grande responsabilidade, pois o domínio de determinados conteúdos é necessário para a compreensão do mundo atual, já que as novas informações produzidas por essas pesquisas provocam alterações na visão de mundo e universo em que vivemos. Segundo Krasilchik (2004), o tratamento de novos temas exige do professor uma relação estreita com a comunidade, de forma que possam ser considerados assuntos relevantes que não alienem alunos, mas que, ao contrário, contribuam para a melhoria da qualidade de vida da sua comunidade.

Menezes (1996) considera de extrema importância a abordagem de pesquisas científicas atuais em sala de aula, assim como os problemas sociais, econômicos, tecnológicos, ambientais e éticos envolvidos, ressaltando que é preciso apresentar tais problemáticas em “exercício real”, abordando temas que são diariamente apresentados pelos meios de comunicação, com discussões de interesse direto do aluno. Portanto, é de fundamental importância que os professores acompanhem as mudanças e levem para a sala de aula discussões que envolvam assuntos relacionados ao universo exterior para aprimorar o senso crítico dos educandos e para proporcionar a contextualização do ensino que está sendo ministrado.

O que observamos atualmente nas escolas, é que os conteúdos relacionados à astronomia, apesar de sua relevância, têm sido abordados superficialmente. Na maioria das vezes é atribuída uma importância diminuta ao conhecimento astronômico, por ser considerado apenas seu aspecto contemplativo. Acreditamos que isso ocorra tanto pela dificuldade encontrada pelos professores,

pois se trata de assuntos relativamente novos, os quais nunca foram abordados durante o seu período de formação acadêmica, quanto por dificuldades enfrentadas pelos alunos, por serem conteúdos abstratos, difíceis de serem compreendidos. Somando-se a isto temos o fato de que é evidente a evolução da astronomia e astronáutica representarem um ponto notável no desenvolvimento do saber e que promovem enorme avanço tecnológico na Ciência. Porém não existe abertura de debates sobre as implicações sociais, éticas e legais que existem e que ainda surgirão por efeitos das pesquisas nessa área.

Observamos, ainda, que embora alguns temas da área cheguem ocasionalmente às casas das pessoas, há uma discrepância entre os avanços científicos na área e a compreensão de alunos, professores e público em geral, sobre seus fenômenos e desenvolvimento.

Outro aspecto importante a ser considerado é o fato de vivermos em uma sociedade altamente dependente dos produtos da ciência e da tecnologia. Novas tecnologias da comunicação e da informação invadem o cotidiano de todas as pessoas, oferecendo-lhes inumeráveis produtos para satisfazer padrões de consumo da sociedade moderna.

A ciência e a tecnologia na modernidade fazem parte de um grande paradoxo, uma vez que, se por um lado, têm trazido bem estar social, por outro tem envolvido impactos sociais e ambientais questionáveis (como por exemplo, o uso de satélites nas telecomunicações e o monitoramento do território de um país por outra nação).

Assim, a sociedade vivencia uma ambivalência e um paradoxo sobre o papel da ciência e da tecnologia, gerando uma percepção pública que é reforçada pelos meios de comunicação de massa, pelos artigos e trabalhos de divulgação científica, bem como é fortalecida pela tecnocracia contida em modelos de gestão dos governos, o que inviabiliza a influência dos cidadãos em discussões públicas de questões científicas e tecnológicas.

Apesar da ciência e da tecnologia apresentarem temas polêmicos em nossa sociedade, o ensino formal ainda os apresenta como um conjunto de conhecimentos estáticos que devem ser memorizados e ocasionalmente aplicados no mundo social. Ele é feito para que os estudantes pensem a ciência como uma atividade social e cultural com forte peso em valores e crenças situadas em um

determinado contexto histórico, assim a institucionalização e a prática da ciência são pouco questionadas (PEDRETTI, 2003).

No âmbito deste trabalho diversas pesquisas brasileiras em ensino de ciências têm apresentado certa preocupação com a educação em astronomia. Alguns trabalhos usaram como objeto de pesquisa a formação de professores e até sugerem a continuidade formativa dos profissionais do ensino com relação a conteúdos de astronomia. Porém, não encontramos referência sobre um ensino mais crítico e contextualizado sobre o assunto, enfatizando seus desdobramentos sociais. Apresentamos uma descrição dos programas de vários cursos de extensão e formação continuada em astronomia atualmente no Brasil e fizemos um breve comentário sobre os mesmos. Assim, uma vez que a pesquisa sobre formação docente aponta para a existência de outros modelos formativos docentes (além do conteudista), e também pelo fato de que a formação continuada docente é consolidada nos documentos oficiais da educação brasileira (BRASIL, 1996, 2001, 2002), propomos um curso que procura discutir as questões políticas, econômicas, sociais e éticas da ciência astronômica e astronáutica.

Quanto à formação inicial de professores, divulga-se, entre os pesquisadores de formação docente, a existência de falhas gerais durante esta trajetória formativa. Por exemplo, mostrando resultados de avaliações sobre a formação inicial, Garcia (1999) apresenta diversos relatos negativos da parte de professores principiantes. Nóvoa (1997) também comprova carências na formação inicial, ao que ele denomina “deficiências científicas” e “pobreza conceitual”. A formação de professores não tem contemplado adequadamente a inclusão de conteúdos, conforme previsto pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (BRASIL, 2001), as quais defendem também uma integração entre a formação inicial e a continuada. De acordo com Garcia (1999), “conjuntamente com o conhecimento pedagógico, os professores têm de possuir conhecimentos sobre a matéria que ensinam”, pois o conhecimento que eles possuem do conteúdo a ensinar também influencia o processo de ensino-aprendizagem. Segundo o mesmo autor, parece existir um acordo generalizado quanto à necessidade dos professores possuírem um conhecimento mínimo e adequado dos conteúdos. Neste sentido, é preocupante imaginar não só quais noções de astronomia tais docentes devem se apropriar em sua formação, mas também quais as outras possibilidades e alternativas para que este conteúdo seja

tratado pelos mesmos em sala de aula. É exatamente sobre este aspecto que focalizamos o nosso estudo.

As críticas sobre os trabalhos de formação continuada desenvolvidos na forma de cursos, seminários e palestras, afirmam que estes seriam realizados com a intenção da transmissão de conteúdos disciplinares, onde o professor permanece na condição de receptor, não havendo valorização dos saberes que possui; ou como aponta Pimenta (2000), muitos cursos levam o nome de formação continuada, porém não passam de meras atualizações de conteúdo, não alterando significativamente a prática docente, ou ainda conforme as afirmações de Mizukami (2002), os cursos de curta duração (entre 30h a 180h), forneceriam informações aos professores apenas para alterarem, às vezes, seu discurso de modo que contribuem muito pouco para uma mudança efetiva.

Apesar dessas críticas, partiu-se da hipótese inicial que na medida em que um curso de curta duração (denominado de formação continuada) atende aos resultados de pesquisas sobre os problemas relacionados ao domínio dos conceitos de astronomia do professor de ciências, este pode fornecer subsídios para a construção de novas abordagens e métodos de ensino, visando ampliar o leque de possibilidades de tratamento dos conteúdos em sala de aula, como por exemplo, a utilização de textos de revistas científicas da área de astronomia e notícias de jornais que tratam do tema.

Neste trabalho buscamos caminhos para responder o seguinte questionamento central, que norteou a presente pesquisa: Como e por que, uma proposta de curso de astronomia balizada por alguns princípios críticos, pode contribuir na concepção de ensino de astronomia dos professores, interferindo no significado que eles têm sobre o tema?

A busca pela resposta desta problemática central nos levaria à elaboração de uma hipótese que elencaria os elementos formativos em questão. Porém, devido a complexidade desta tipologia de investigação e a quantidade de variáveis influenciadoras, reconhecemos a dificuldade em elaborar uma hipótese única e fechada, a fim de apresentá-la nesta introdução. Assim, não temos o objetivo primário de provar uma hipótese construída antecipadamente. Isto está em conformidade com a concepção de pesquisa qualitativa, em que nem sempre é desenvolvida com o objetivo de responder ou testar hipóteses, mas existe um contato aprofundado com os indivíduos, nos seus contextos naturais (BOGDAN e

BIKLEN, 1994). Sobre a formulação de hipóteses em trabalhos de pesquisas, Gil (1996) declara que não há a possibilidade de enunciá-las formalmente em todos os casos, principalmente naqueles estudos em que o objetivo é o de descrever determinado fenômeno ou elencar as características de um grupo ou situação, o que desobrigaria a apresentação de uma hipótese como um requisito fundamental para o trabalho. Apesar disso, apresentamos mais adiante uma hipótese na qual reside o caminho para se encontrar uma possível resposta ao questionamento central de nossa pesquisa, que também será apresentado.

Conforme apresentamos aqui, acreditamos que a formação continuada dos professores em astronomia necessita ser aprimorada, objetivando o enriquecimento teórico-prático para o melhor acompanhamento da diversidade escolar pois, se o domínio do conteúdo, por si só, não garante uma educação de qualidade, sem ela, tão pouco a educação científica ocorre, ou seja, o domínio do conteúdo por si só não basta, mas este é o pressuposto de todo processo de ensino e aprendizagem.

Mas, que tipo de auxílio poderia ser proporcionado ao professor, por meio de ações de formação continuada e criação de material de apoio, em relação ao trabalho em sala de aula com temas da astronomia?

Buscando responder a essa questão, e observando os resultados apresentados pelas pesquisas anteriormente citadas, considerou-se oportuno promover um espaço para elaboração de conteúdos referentes à astronomia e sociedade, através de estudos e discussões de conceitos, assim como de busca por modelos e práticas, que auxiliassem no processo ensino-aprendizagem.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

O mundo atual está passando por rápidas e constantes transformações. Novos conhecimentos surgem diariamente, o que exige dos profissionais um esforço cada vez maior para se atualizarem. Nesse contexto, em que os conhecimentos se ampliam de maneira muitas vezes surpreendente, é preciso que o profissional da educação possa preparar-se para acompanhar essas mudanças, podendo, assim atuar na sociedade de forma consciente, criativa e transformadora; e em particular, no caso da astronomia. E, para atualizar-se, o professor precisa estar

constantemente trocando informações e discutindo em grupos as inovações pedagógicas, ou seja, socializando experiências (ALBUQUERQUE, 2008).

Além disso, conforme mostram Libâneo (1999), Mizukami (1996) e Candau (1996), os cursos de formação não são suficientes para que o profissional da educação desempenhe, efetivamente, uma prática pedagógica consciente e que leve a transformação de si mesmo e daqueles que estão sob sua responsabilidade, ou seja, seus alunos. Como consequência dessa observação, vários são os problemas apontados para a inadequação entre a formação recebida pelos professores na escola e as exigências sentidas pelos mesmos em sua prática diária.

Atualmente, é cada vez mais necessária a criação de oportunidades e processos de atualização e aprofundamento de conhecimentos para os professores em exercício, particularmente no campo de ensino da astronomia. Isso fica ainda mais evidente em função dos grandes avanços nos últimos anos. Contudo, devido à sobrecarga de trabalho e à falta de tempo devido à sua má administração que o próprio trabalho impõe, os professores das escolas públicas e privadas, de modo geral, têm poucas oportunidades de se dedicarem à atualização de seus conhecimentos, tanto os específicos de sua disciplina quanto os pedagógicos.

Cabe aqui salientar, portanto, o papel relevante que as universidades públicas podem exercer nesse cenário, pois, como centros geradores de conhecimento, essas instituições têm grande potencial para gerar ações que promovam a interação dos professores da Educação Básica com os avanços científicos e tecnológicos mais recentes. É neste contexto que se encaixa o Centro de Ciências da Universidade federal de Juiz de Fora, onde participamos com o nosso curso, objeto de estudo deste trabalho.

Os atuais fatos ligados ao avanço da ciência, da tecnologia, da globalização e dos processos de produção valorizam ainda mais o conhecimento. Sendo o professor o mediador da construção desses conhecimentos junto a seus alunos, este precisa estar permanentemente buscando aperfeiçoamento para que possa atuar profissionalmente de forma crítica e reflexiva desenvolvendo um trabalho competente, ativo e inovador. Dessa forma, precisa ter consciência de que o processo de ensino-aprendizagem é dinâmico e necessita de constantes reformulações, a fim de acompanhar as transformações e os avanços científicos e tecnológicos (ALBUQUERQUE, 2008). A distância entre a formação do professor e os assuntos contemporâneos da astronomia aumenta ainda mais em função da

apresentação de novos documentários, programas, noticiários em espaços específicos de jornais e revistas, que tratam das novidades que permeiam nosso universo. Constantemente os professores são bombardeados com perguntas feitas pelos alunos sobre os mais variados temas: buracos negros, eclipses, investimentos em pesquisas na área (“por quê se gasta tanto dinheiro com isto com tanta gente morrendo de fome?”), queda de detritos espaciais e muitas outras notícias veiculadas pela mídia. Na maioria das vezes o professor não tem segurança para ordenar e conduzir discussões sobre estes temas, muitas vezes por não ter sido preparado para buscar sozinho este conhecimento.

Outro aspecto importante a ser considerado aqui diz respeito à conjuntura atual sobre o ensino de ciências sob o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Segundo Aikenhead (2005) a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no Ensino de Ciências surgiu na década de 1970 como um movimento de renovação curricular abordando discussões sobre os objetivos da formação científica e tecnológica nas escolas, os processos de ensino e aprendizagem de ciências, a formação dos professores e a elaboração de políticas públicas educacionais. As influências do movimento CTS reclamavam um ensino de ciências humanístico em oposição ao ensino elitista e tecnocrático, com a pretensão de superar o *status quo* dominante da educação científica e tecnológica caracterizado pelo ensino conteudista e compartimentalizado das disciplinas científicas (Química, Física e Biologia). No entanto, só a partir da década de 1980 e 1990 evidenciaríamos uma constituição importante do Ensino de Ciências com enfoque CTS, como orientação pedagógico-didática para a reestruturação dos currículos de Ciências.

Uma das abordagens existentes no ensino de ciências sob este enfoque, e que mais traz possibilidades para o processo de renovação do Ensino de Ciências é a abordagem problematizadora, de modo que o currículo preste atenção aos grandes problemas sociais e às condições de injustiça, assim, as influências CTS ganham uma importante sensibilidade, para a contextualização pedagógica das disciplinas acadêmicas. Ao trabalhar uma questão problematizadora é possível mostrar o papel social da ciência tanto em seus aspectos internos quanto externos. A abordagem problematizadora CTS adquire uma força considerável orientada para a responsabilidade social de cientistas, tecnólogos e cidadãos.

Cachapuz et al., (2008), a partir da análise de artigos publicados em revistas internacionais do Ensino de Ciências ao longo de uma década (1993-2002),

evidencia a emergência das interações CTS como linha de pesquisa no início da década de 1990 e identifica um importante crescimento das pesquisas nesta linha em relação a outras linhas de pesquisa.

Neste contexto, no mundo inteiro há uma emergência em se constituir um ensino de ciências com enfoque CTS, como área de pesquisa. Desta forma, diferentes trabalhos defendem a importância da formação crítica em questões de Ciência e Tecnologia de todos os cidadãos, no contexto do compromisso e da responsabilidade individual e social. Importantes precursores dessa área (SOLOMON, 1993; AIKENHEAD, 1994) argumentaram a necessária compreensão da ciência e da tecnologia como um empreendimento social e complexo, que exige a formação de sujeitos comprometidos com o exercício de sua cidadania na medida em que agem criticamente.

Pensar o ensino de ciências, desde a práxis do professor, requer necessariamente a sua participação na definição, não só das estratégias de ensino, mas também na definição de problemas, conteúdos e objetivos associados a sua profissão. A ideia do professor como sujeito ativo de sua práxis é uma construção que precisa do estabelecimento de relações com seus pares (colegas, pesquisadores, administradores das instituições de ensino etc.) em espaços sociais e históricos determinados. Segundo Carr e Kemmis (1988), o ensino crítico exige uma permanente reflexão do professor sobre seus próprios conhecimentos teóricos e práticos, assim o ensino torna-se uma prática profissional comprometida com a pesquisa dos problemas pedagógicos enfrentados nas instituições educativas e em salas de aula. Para estes autores, a pesquisa educativa não consiste apenas em produzir teorias ou desenvolver práticas mais eficazes, o que se busca é fazer da prática um processo crítico que lhe permita compreendê-la e transformá-la.

Geralmente os professores de ciências são especializados em disciplinas específicas e não foram preparados em aspectos sociais, políticos e éticos que fundamentam desenvolvimento da perspectiva CTSA<sup>1</sup> na prática docente, na medida em que esta perspectiva busca que os professores trabalhem em suas aulas, temas tais como: natureza da ciência e da tecnologia, raciocínio ético-moral, reconstrução sociocrítica, ação responsável e sustentabilidade.

---

<sup>1</sup> Usaremos a sigla CTSA em referência ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade. Historicamente, ainda não há um consenso quanto à sigla a ser utilizada.



Conforme Pedretti (1997; 2003), a abordagem de Questões sociocientíficas (QSC) parece oferecer uma forma concreta de incorporar a perspectiva CTSA às práticas dos professores de ciências. As QSC abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos de atualidade e, portanto, em termos gerais são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet).

No que diz respeito às atividades espaciais e seu panorama mundial, Goh (2007) afirma que atualmente o cenário global frente às atividades espaciais exige meios eficazes de manutenção da paz. É necessário assegurar a estabilidade, previsibilidade e igualdade do uso e exploração do espaço exterior para o benefício de humanidade. A formulação de soluções para os desafios globais atuais destaca o papel do direito na manutenção da paz e segurança internacional.

A estabilidade e segurança no espaço exterior devem ser baseadas não apenas no poder militar, político ou econômico. Atualmente, entendemos que a base mais pertinente para isto são as leis e suas normativas. Um adequado regime jurídico deve viabilizar a resolução de divergências que possam surgir na área. Os atores participantes deste processo devem aceitar a autoridade da lei e das instituições que regem a solução de controvérsias.

O direito internacional está indissoluvelmente ligado à solução de controvérsias. A lei prevê as regras e justificativas para a resolução de litígios em que as proposições profiláticas falham. O direito internacional se destaca da política internacional de poder nessas situações de duas formas. Primeiro, ele não se limita a resolver as diferenças com base nas relações das partes entre si. Em segundo lugar, ele fornece uma norma lógica que é endossada por aqueles cujas condutas ele governa. A resolução do litígio pretende conciliar as relações e os interesses das partes envolvidas, ao servir os fins da justiça e equidade.

A exploração e uso do espaço exterior introduzem novas oportunidades e muitos dilemas, e insights inspirados são necessários no desenvolvimento deste novo recurso. Em especial, a resolução de litígios de direito de espaço é uma discussão relativamente nova no direito internacional. Direito espacial ainda é um domínio embrionário do direito internacional. No entanto, a importância da resolução de litígios em direito espacial foi reconhecido em vários colóquios organizados por acadêmicos legais e profissionais de todo o mundo.

Sem os procedimentos legais viáveis, a integridade do sistema legal não pode ser mantida. A pluralidade de participantes nas atividades espaciais cria uma multiplicidade de interesses potencialmente conflitantes. A fim de inspirar convicção no uso pacífico e equitativo dos recursos do espaço exterior, é imperativo que o quadro jurídico processual seja capaz de expor em termos claros o delicado equilíbrio entre os princípios normativos legais e os interesses dos atores participantes.

Considerando tudo isto, procuramos investigar as possibilidades de questões sociocientíficas pertinentes à área de astronomia e astronáutica e efetuar um ensaio de trabalho dentro de um curso, avaliando as contribuições das atividades realizadas no seu decorrer, envolvendo estas questões, para a formação continuada de professores.

## **1.2 OBJETIVO DA PESQUISA**

Buscando responder a questão principal: como e por quê uma proposta de curso de astronomia balizada por alguns princípios críticos pode contribuir na concepção de ensino de astronomia dos professores, interferindo no significado que eles têm sobre o tema? Que tipo de auxílio pode-se proporcionar ao professor, por meio de ações de formação continuada e uma ênfase CTSA, em relação ao trabalho em sala de aula com temas da astronomia e astronáutica contemporânea? A presente pesquisa adotou como objetivo principal:

Analisar um curso de formação continuada de professores, voltado para discutir as contribuições da ênfase CTSA no ensino da astronomia e, por meio dessa avaliação, mapear criticamente os resultados do curso em questão, atentando não apenas aos efeitos positivos do trabalho realizado, mas também às dificuldades encontradas e aspectos mal sucedidos, por meio da observação do próprio processo de desenvolvimento das atividades do curso como dos relatos de professores sobre sua prática após a participação no curso.

Para alcançar tal objetivo realizou-se, primeiramente, para o planejamento do curso em questão, um levantamento das potenciais questões sociocientíficas a serem discutidas pelo grupo, consultando-se a área de direito espacial internacional, a política espacial brasileira e profissionais ligados diretamente à estas áreas.

Levando em consideração as eventuais possibilidades da abordagem de QSC como uma forma de trabalhar a perspectiva CTSA na prática do professor, procuramos então estudar as contribuições e as dificuldades da abordagem de QSC em astronomia para a formação continuada de professores do ensino básico, por meio de uma pesquisa qualitativa realizada com professores das áreas de física, química, biologia e ciências no decorrer do “Curso de Astronomia para Professores do Ensino Básico” oferecido no Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora. De acordo com este objetivo elaboramos as seguintes perguntas que orientaram os procedimentos teórico-metodológicos e analíticos da pesquisa:

- Quais são os potenciais temas em astronomia e astronáutica que podem ser transformados em questões sociocientíficas?
- Que dificuldades os professores do ensino básico enfrentam para abordar estas as questões sociocientíficas na prática docente?
- De que forma a perspectiva CTSA é compreendida por parte de professores do ensino básico ao abordarem questões sociocientíficas em sua prática?
- Quais as contribuições da abordagem de questões sociocientíficas à formação continuada de professores em astronomia?

Durante a execução do curso foram estabelecidos, também, os seguintes objetivos de ação:

- a) Discutir a importância da criação de espaços de reflexão sobre o ensino de ciências sob o enfoque CTSA;
- b) Apresentar indícios ou as possíveis mudanças, na prática pedagógica de professores com relação ao ensino de temas relacionados à astronomia, a partir de suas reflexões e apontamentos.

Portanto, ponderamos que o caminho para se encontrar uma possível resposta ao questionamento central reside na seguinte hipótese: na medida em que um curso de curta duração (em geral, denominado de “formação continuada”) contempla resultados de pesquisas sobre educação em astronomia, este pode fornecer subsídios para os seguintes objetivos específicos:

- a) levantar problemas e dificuldades durante processos formativos docentes, propondo perspectivas e apontando ações de melhoria em programas de formação continuada em astronomia para professores do ensino básico;

b) investigar as práticas pedagógicas dos docentes e as dificuldades encontradas pelos mesmos ao longo do curso;

c) verificar as possíveis mudanças da prática pedagógica de professores com relação ao ensino crítico de tópicos de astronomia, a partir de suas reflexões;

d) subsidiar futuros processos de reestruturação curricular em programas de formação inicial e continuada, visando a contemplação de temas relacionados a educação crítica em astronomia;

Além da questão central, há outras questões que gravitam em torno do nosso trabalho: o que e como ensinar astronomia sob o enfoque CTSA para professores que atuam no ensino básico? O que esses professores precisam saber sobre ensino crítico da astronomia? Por que ensinar astronomia desta forma, afinal? Quais as implicações políticas e econômicas das pesquisas espaciais? Onde os professores podem buscar informações para trabalhar nesta perspectiva?

Os próximos capítulos podem contribuir para um repensar sobre a formação continuada dos professores do ensino básico em astronomia sob o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, podendo ainda abrir uma nova perspectiva de ensino do tema.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Mostraremos uma visão da educação em astronomia no Brasil, discutindo algumas características encontradas nos programas de diversos cursos de extensão, atualização, formação continuada e cursos gerais na área, que visam entre outras coisas, o aprimoramento do conhecimento do professor na área. Procuraremos aqui tentar responder às perguntas básicas sobre os cursos de astronomia para a formação de professores: os cursos atuais atendem à perspectiva do ensino crítico sob o enfoque CTSA como uma alternativa para a astronomia? Atendem às necessidades de ensino dos professores que os procuram? Antecipamos que não foi encontrada nenhuma tentativa de inserção de análise crítica ou associação entre os conhecimentos astronômicos promovidos nestes cursos e suas implicações sociais e políticas. Segundo Reis (2009), a ciência acadêmica: a) é frequentemente apresentada como livre de valores e não-controversa, proporcionando uma imagem distorcida do empreendimento científico e das suas relações com a tecnologia, a sociedade e o ambiente; e b) recorre pouco à controvérsia como forma de promover o desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes considerados importantes para a cidadania. Detectamos estas características nestes cursos. Em seguida, colocaremos uma fundamentação sobre a perspectiva CTSA e questões sociocientíficas e a busca destas na área de astronomia, algo que inicialmente nos pareceu quase impossível. Finalizaremos abordando a questão de aproximação dos professores do ensino básico a estas questões.

### 2.1 EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

De acordo com Langhi (2009), treze particularidades distintivas da astronomia podem ser consideradas:

- É altamente transdisciplinar, motivadora e popularizável;
- Seus objetos físicos de estudo encontram-se além dos olhos dos alunos, quase sempre desafiando sua capacidade de imaginação e constituindo-se em um dos grandes desafios na aprendizagem e compreensão;

- Muitos dos fenômenos observados no universo nunca foram, e nem costumam ser, encontrados na Terra; os alunos não podem “tocar”, na maioria dos materiais astronômicos para serem adequadamente analisados;
- Sendo uma ciência basicamente visual, o professor precisa fazer uso de figuras, fotos, vídeos, maquetes, etc como recursos didáticos apropriados ao seu ensino;
- A óbvia imagem tridimensional sobre um tema astronômico, formada no pensamento do professor ao explicar determinado conteúdo, nem sempre é a mesma imagem construída pelo aluno, ou por uma figura bidimensional na página de uma publicação;
- Sendo essencialmente tridimensional, o ensino da astronomia deve ter uma abordagem concreta pelo professor, com a utilização de maquetes, modelos palpáveis, atividades práticas, figuras diferentes sob outros pontos de visão, imagens dinâmicas por computador, estereogramas etc;
- Ela talvez seja o exemplo mais adequado para demonstrar o processo histórico de construção do conhecimento científico enquanto atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política, tecnológica e cultural;
- Notícias sobre astronomia geralmente causam grande curiosidade nas crianças, o que se transforma quase que espontaneamente em um tema a ser trabalhado em sala de aula pelo professor;
- Presta-se adequadamente de tema central e motivador para a elaboração de grupos de estudos (ou ‘clubes’), promovendo a cidadania e relações interpessoais e sociais, além de estabelecer articulações com outras ciências;
- O seu ensino pode ser apoiado através do grande potencial existente nos estabelecimentos específicos relacionados com astronomia (planetários, observatórios, clubes, museus), tornando-a diferente da maioria dos outros conteúdos de disciplinas escolares;
- O seu laboratório natural é o céu, o que favorece a prática das observações a olho nu e com instrumentos (telescópios, binóculos, etc);
- Não é relativamente difícil para os alunos e professores construírem artesanalmente seus próprios instrumentos de

observação, tais como espelhos e montagens de telescópios com qualidade óptica compatível (algumas vezes superiores) à dos aparelhos comerciais;

- Aos astrônomos amadores (eventualmente professores e alunos) permite-se a colaboração e contribuição com dados observacionais e estudos sistematizados para a comunidade científica profissional.

Acrescentamos ainda como outra particularidade, o apelo afetivo que o tema traz, e que permeia todas as considerações anteriores. De fato, para alguns, um sentimento é despertado quando apresentados às imagens e conceitos, às imensas distâncias no universo, à nossa pequenez diante do tudo o que existe. Nem sempre estes sentimentos são prazerosos, como nos foi relatado por algumas pessoas ao longo da nossa trajetória de ensino. Muitas pessoas não se sentem confortáveis ao observar através de um telescópio e se depararem com uma grande ampliação de objetos muitas vezes invisíveis a olho nu. Muitos inclusive duvidam daquilo que vêem, acreditando ser uma montagem fotográfica ou algum tipo de truque tecnológico. “Professor, obrigado pela oportunidade! Saturno realmente existe!” nos relata uma professora participante do curso de astronomia. Todos os itens aqui citados revelam o potencial de ensino da astronomia. Porém, este apelo afetivo atribui à astronomia um caráter apenas contemplativo, destituindo-a de valores sociais, dando um caráter de inaplicabilidade deste conhecimento científico.

Segundo Oliveira (1997), a astronomia participa de nossas vidas de modo intenso: o suceder dos dias e das noites, a divisão do tempo em horas, minutos e segundos, o calendário com o ano de 365 dias, seus meses e semanas, as estações do ano, as marés, as auroras polares, e até mesmo a vida em nosso planeta – sustentada pela energia que recebemos do Sol – são exemplos de temas ligados à astronomia. Além disso, várias outras áreas do saber humano foram supridas com informações e inspirações provenientes da astronomia: a física, a química, a biologia, a história, a geografia, a navegação, a filosofia, a sociologia, a música, a poesia, a literatura e muitas outras.

O papel da astronomia inclui promover no público o interesse, a apreciação e a aproximação pela ciência geral. Como conteúdo a ser ensinado, a astronomia também possui certo grau de potencial motivador tanto para alunos

como para professores, pois há nela, intrínseca, uma universalidade e um caráter inerentemente transdisciplinar, sendo de fundamental importância para uma formação minimamente aceitável do indivíduo e cidadão, profundamente dependente da ciência e das tecnologias atuais (OLIVEIRA, 1997). Assim, ao mesmo tempo em que o seu aspecto motivacional coloca-se como uma justificativa para o ensino da astronomia, ele assume também um papel diferenciador, que a pode distinguir das outras ciências, uma vez que o seu laboratório é natural e o céu está à disposição de todos, favorecendo a cultura científica (MOORE, 1990). Para Percy (1996), esta ciência está profundamente enraizada na história, possui aplicações práticas para o dia a dia, contribui para a evolução de outras ciências, tais como a física e a química, revela um universo que promove curiosidade, admiração, imaginação, desenvolvendo o senso de exploração e descoberta, envolve os estudantes com o método científico, atraindo-os assim para se interessar em ciências. Segundo Compiani (1996), a astronomia abre um leque de opções de trabalho, do ponto de vista teórico e prático, o que é confirmado por Osborne et al (1983), quando salienta que os temas da astronomia permitem a realização de trabalhos práticos.

Citamos aqui algumas das principais razões que justificam a introdução da astronomia como um dos meios para o processo ensino-aprendizagem, segundo Caniato (1974):

1. A astronomia, pela diversidade dos problemas que propõe e dos meios que utiliza, oferece o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento de habilidades úteis em todos os ramos do saber e do cotidiano da ciência.
2. A astronomia oferece ao educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca.
3. A astronomia oferece grande ensejo para que o homem perceba sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência.
4. O estudo do céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá ao educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo em que vivemos.



Os conteúdos de Astronomia há muito tempo estão presentes de alguma maneira nos programas oficiais ou livros didáticos ao longo das reformas curriculares em nosso país (BRETONES, 1998). Pela LDB de 1996, em vigor, os conteúdos das ciências no ensino fundamental e médio passam a fazer parte, em particular, dos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN, (BRASIL, 1998). Nesses Parâmetros, os conteúdos de Astronomia foram alocados principalmente em Ciências para 3º e 4º ciclos, isto é, 5ª a 8ª séries do ensino fundamental em um dos quatro eixos temáticos com o nome de “Terra e Universo”.

Bretones (1999) coloca de forma bem direta a situação atual do ensino de astronomia no Brasil:

“O ensino de astronomia no Brasil ocorre nos mais variados níveis escolares, disciplinas, livros didáticos e das mais variadas formas mesmo fora da escola. Contudo, nunca existiu determinação específica na legislação da formação de professores referente a tais conteúdos. Os professores, praticamente carecem de formação básica e de conteúdos mínimos em relação ao ensino de temas astronômicos. As pesquisas atuais apontam que um dos maiores problemas do ensino de astronomia está na formação do professor.” (BRETONES, 1999)

Abordando-se a formação inicial de professores, verifica-se que os cursos superiores no Brasil que oferecem disciplinas específicas de Astronomia foram objeto de levantamento sistemático por BRETONES (1999). No referido trabalho, verificou-se que são poucos esses cursos no Brasil. Verificou-se também que são pouquíssimas as oportunidades, no país, para que os professores tenham uma formação inicial para lecionar conteúdos de astronomia.

Embora Langhi (2009) tenha localizado os estabelecimentos onde se ensina a astronomia, a dificuldade maior está em encontrar locais que ensinam a ensinar a astronomia, segundo o autor. Em geral, os cursos que se têm oferecido na área pelas instituições que ele considerou enfatizam principalmente os conteúdos, embora reconheça a sua importância no processo formativo docente. No entanto, as instituições de ensino superior brasileiras que contemplam disciplinas introdutórias em astronomia parecem falhar no aspecto didático e metodológico referente ao ensino de conteúdos desta natureza, atribuindo um grau de importância bem maior aos conteúdos (modelo formativo conteudista) do que aos processos de ensino e

aprendizagem da astronomia, o que revela a falta de momentos de discussões sobre processos de ensino e aprendizagem de conteúdos de astronomia em cursos de graduação (formação inicial) no Brasil (BRETONES, 1999).

Preocupamos então com o tratamento de conteúdos específicos em cursos de astronomia, embora valorizemos o esforço de algumas instituições de ensino e pesquisa em desenvolver cursos de formação continuada para professores do ensino fundamental e médio em astronomia, tentando preencher esta lacuna. Sabemos que apenas os conteúdos não bastam para que o professor possa desenvolver o senso crítico, a cidadania e os valores referentes à ciência junto aos seus alunos. Uma temática diferenciada para o ensino de astronomia e astronáutica é apresentada em pesquisas recentes:

“TECNOLOGIA ESPACIAL BRASILEIRA: breve histórico do programa espacial, o astronauta brasileiro, satélites nacionais, investimentos em tecnologia espacial no Brasil, funcionamento de foguetes, monitoramento do meio ambiente, lixo espacial. O autor ainda reforça a necessidade de que o professor, ao preparar suas atividades práticas, exerça uma atitude autônoma e crítica ao analisar com cuidado suas possibilidades, levando em conta o importante papel delas no ensino da astronomia, o qual abrange, dentre outros aspectos, contemplar a contextualização e cotidianidade, questões sociais locais e mundiais e ainda a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente)” (LANGHI, 2004).

Como o nosso trabalho de pesquisa está relacionado a uma proposta de curso de formação continuada de professores, faremos agora uma breve explanação sobre alguns referenciais teóricos relacionados às necessidades destes cursos e as críticas feitas em torno das diferentes formas que eles são abordados ou tratados pelo sistema de ensino. O intuito é contribuir um pouco para uma reflexão sobre o contínuo e inacabado processo de aprendizagem em astronomia que os professores de ciências devem se envolver. Estes referenciais nortearam de certa forma a análise dos dados coletados.

Segundo Delizoicov (2002), o professor representa um papel imprescindível e insubstituível no processo de mudança social, sendo assim, é preciso investir em sua formação e em seu desenvolvimento profissional, pois o processo de melhoria do ensino inicia com o professor.

É necessário promover espaços para que o professor possa refletir sobre sua ação, promovendo também uma maior integração entre a formação que se realiza na universidade e a prática das escolas (TARDIF, 2005). Uma importante alternativa seria trazer os professores em exercício para a universidade, para discussão de problemas comuns, aprendizagem de novos conteúdos e atualização permanente, já que se verificou que a deficiência de conhecimentos por parte do professor influi na abordagem do conteúdo, na metodologia que utiliza e no avanço cognitivo dos educandos. A habilidade para transformar ou transpor didaticamente os conteúdos científicos em conteúdos escolares, por exemplo, pode ser desenvolvida ou ampliada através dos cursos de formação continuada para docentes.

Para Libâneo (1999), as novas exigências educacionais pedem às universidades e cursos de formação para o magistério um professor capaz de ajustar sua didática às novas realidades da sociedade, do conhecimento, do aluno, dos diversos universos culturais, dos meios de comunicação. O novo professor precisa, no mínimo, de uma cultura geral mais ampla, capacidade de aprender a aprender, competência para saber agir na sala de aula, habilidades comunicativas, domínio da linguagem informacional, saber usar meios de comunicação e articular as aulas com as mídias e multimídias.

Sacristán (1990) considera que a formação de educadores tem se constituído em uma das pedras angulares imprescindíveis a qualquer intento de renovação do sistema educativo. Daí a importância que esta temática vem adquirindo nas últimas décadas, em meio aos esforços globais para melhorar a qualidade do ensino. Nos processos de reformas educativas, a formação continuada é, então, colocada como elemento central.

Para Krasilchik (1987, p. 47), é comum a relação entre má qualidade do ensino de ciências e precária formação dos educadores:

“Os cursos de licenciatura têm sido objeto de críticas em relação a sua possibilidade de preparar docentes, tornando-os capazes de ministrar bons cursos, de acordo com as concepções do que aspiram por uma formação para o ensino de Ciências; possuem deficiências nas áreas metodológicas que se ampliaram para o conhecimento das próprias disciplinas, levando à insegurança em relação à classe, à baixa qualidade das aulas e a dependência estreita dos livros didáticos”. (Krasilchik, 1987, p. 47)

Nóvoa (1997) descreve “deficiências científicas” aliadas à “pobreza conceitual” para comprovar as carências na formação inicial do professor. Corroborando com esse autor, Pimenta (2000) afirma que a formação inicial é insuficiente e falha, principalmente em relação aos conteúdos.

Deste modo, entende-se que espaços para formação continuada são necessários para suprir lacunas da formação inicial dos docentes e para mantê-los atualizados, além de proporcionar uma oportunidade para a reflexão sobre o seu papel de educador e a importância dos conteúdos que aborda para a formação cidadã do educando, principalmente no caso da astronomia.

As discussões sobre os trabalhos de formação continuada podem, ainda, ser justificadas, de acordo com Candau (1996), Carvalho (1999), Falsarella (2004), Mizukami (1996) e Nóvoa (1997), pela necessidade de atender às exigências da sociedade, que clama, a cada dia, pelo ensino de qualidade e por práticas pedagógicas inovadoras que preparem os alunos para o verdadeiro exercício da cidadania.

Segundo Christov (1998), a formação continuada se faz necessária pela própria natureza do saber e do fazer humanos, vistos como práticas que se transformam constantemente. Como a realidade muda, o saber construído sobre ela precisa ser revisto e ampliado sempre. Nesse sentido, programas de educação continuada são essenciais para promover a atualização dos conhecimentos, para proporcionar momentos de análises sobre as mudanças necessárias à prática pedagógica, bem como para estudo dos caminhos possíveis para a promoção dessas mudanças.

É preciso, portanto, considerar a formação docente como um processo inicial e continuado que deve dar respostas aos desafios do cotidiano escolar, da contemporaneidade e do avanço tecnológico. O professor é um dos profissionais que mais precisa se manter atualizado, aliando a tarefa de ensinar à tarefa de estudar. Transformar essa necessidade em direito é fundamental para o alcance da sua valorização profissional e desempenho em patamares de competência exigidos pela sua própria função social.

Além disso, é importante ressaltar que as propostas políticas de formação vêm delineando os princípios gerais e questões particulares relativas a essa formação, assumindo que a melhoria da qualidade do ensino, no que diz respeito ao profissional da educação, passa por uma articulação entre formação básica,

condições de trabalho e formação continuada. No entanto, as políticas públicas colocadas em prática em diversos países muitas vezes refletem ideologias dominantes que levam ao esvaziamento da educação e da formação de professores. Para evitar esse esvaziamento, as discussões envolvendo a formação de professores devem considerar também transformações econômicas, sociopolíticas e culturais do mundo atual e, em particular, do nosso país, que exige cada vez mais do professor um compromisso renovado, lúcido e crítico.

A capacidade de os professores aprenderem a aprender, que deve ser iniciado nas instituições universitárias, deve também constituir, necessariamente, uma base de conhecimentos científicos sólidos, atuais e contextualizados, e não se esgotar no modelo de formação escolarizada mais tradicional, isto é, na mera aquisição de saberes teóricos isolados. O professor, em primeira instância, precisa conhecer o conteúdo que ministra, assim como formas de abordá-los, visando a aprendizagem dos alunos.

Carvalho e Gil-Pérez (1995, p. 14) relatam que:

“nós, professores de Ciências, não só carecemos de uma formação adequada, mas não somos sequer conscientes das nossas insuficiências. Como consequência, concebe-se a formação do professor como uma transmissão de conhecimentos e destrezas que, contudo, tem demonstrado reiteradamente suas insuficiências na preparação dos alunos e dos próprios professores.” (Carvalho e Gil-Pérez, 1995, p. 14)

Segundo os autores citados acima, associada às carências da formação inicial, surge ainda a necessidade de formação permanente que pode ser justificada por muitos fatores, entre eles: as exigências de formação são tão grandes que tentar cobri-las no período inicial conduziria ou a uma duração absurda, ou a um tratamento absolutamente superficial; uma formação docente realmente efetiva supõe a participação continuada em equipes de trabalho em tarefas de pesquisa, que não podem ser realizadas com profundidade durante a formação inicial.

Assim, iniciativas que visam à formação continuada do professor e que possam auxiliá-lo em seu trabalho diário são fundamentais e imprescindíveis, no intuito de promover um adequado desenvolvimento desses profissionais para que ministrem um ensino de qualidade, crítico e atual. Nesse sentido, pesquisas sobre formação continuada de professores poderão contribuir para uma melhor

programação dessas iniciativas, indicando referenciais e caminhos adequados que atendam aos anseios dos professores participantes desses processos de formação.

Para Menezes (1996), a formação de um professor é um processo a longo prazo que não se finaliza com a obtenção do título de licenciado, mesmo que a formação recebida tenha sido da melhor qualidade. Isso ocorre porque a formação docente é um processo complexo para o qual são necessários muitos conhecimentos e habilidades, que não são todos adquiridos no curto espaço de tempo em que se desenvolve a formação inicial. Além disso, segundo o autor, durante o trabalho em sala de aula surgem, constantemente, novos problemas que o professor precisa enfrentar. Deste modo, é necessário que os docentes disponham de possibilidades de formação e atualização permanente, diversificada e de qualidade. Assim, propõe-se que a formação continuada dos professores de ciências investigue coletivamente os problemas de ensino-aprendizagem de ciências encontrados durante o exercício da profissão.

Diante do exposto acima, entendemos que ocorre hoje um movimento crítico na educação que delinea um perfil de professor comprometido politicamente, criativo e cooperativo, em um processo contínuo e permanente de sua autoformação. A formação de professores envolve não só o aprimoramento e o domínio dos conteúdos ministrados mas, também, a capacidade de questionar, avaliar e planejar as atividades de ensino, tornando o conhecimento algo palpável para os alunos, relacionando-os com suas implicações na vida dos cidadãos.

## **2.2 A perspectiva CTSA e as questões sociocientíficas**

### **2.2.1 O ensino de ciências**

Nas últimas décadas, o ensino de ciências tornou-se um importante tema de pesquisa nas academias brasileiras de ensino. Parece haver amplo consenso, tanto dentro quanto fora do sistema educacional, que todos os cidadãos devam estudar ciências desde a infância, nos períodos de escolaridade inicial, a partir dos 6 anos até o ensino médio. Dentro ou fora das escolas tem havido pouca oposição à importância de ciências.

Apesar disto, existem discordâncias, como Chapman (1991) escreveu sobre a oferta excessiva de educação científica na década de 80, contestando a

validade dos argumentos da educação “para todos”. Segundo Jenkins (1994) argumenta, “o mundo adulto não requer conhecimento profundo de matemática e ciências”, e que a importância atribuída a esses assuntos por políticos e industriais é uma combinação com a comunidade científica acadêmica. Embora sejam poucas as críticas francas como essas, penso que elas sejam o sinal visível de preocupação e uma insatisfação mais ampla e geral com o ensino de ciências oferecido.

A maior causa dessa insatisfação é o acúmulo de evidência de que pouco conhecimento científico seja de fato assimilado e compreendido pela maior parte dos estudantes. Os estudos APU<sup>2</sup> (GAMBLE et al., 1985) mostraram que, aproximadamente, apenas 35% dos estudantes de 15 anos são capazes de aplicar o conhecimento científico em situações problemáticas simples. Pesquisas no aprendizado dos estudantes em domínios específicos do conhecimento científico apontam na mesma direção: poucos jovens por volta dos dezesseis anos têm uma base sólida sequer dos fatos, princípios, conceitos e ideias mais básicas em ciências. Ideias como a teoria particulada da matéria, o modelo científico do sistema solar, trocas gasosas nas plantas e animais - são todas parcialmente compreendidas e há muitas ideias erradas comuns e persistentes (DRIVER et al., 1994).

Argumenta-se que a falta de eficiência do ensino de ciências é uma consequência do currículo oferecido. Claxton (1991) escreve sobre sua crescente compreensão de que não temos apenas um problema com a educação em ciências; temos um desastre. Atualmente, lendo a literatura, atuando e conversando com os colegas professores e aluno, torna-se óbvio que o que está sendo oferecido não dista apenas um pouco, mas quilômetros do que a maioria dos estudantes quer e precisa aprender. Será que muitos estudantes aprendem pouco ciências porque simplesmente não podem enxergar relevância no que aprendem?

Conforme Milner (1986), o conhecimento científico é necessário para que possamos tomar decisões práticas sobre questões do cotidiano e participar da tomada de decisões em questões que tenham um componente científico/tecnológico. Thomas e Durant (1987) abordam a mesma questão expondo um argumento democrático, de que para qualquer indivíduo tomar parte de uma discussão debate ou decisão sobre temas com algum componente científico é necessária uma compreensão de ciências. Decisões sobre transporte, política

---

<sup>2</sup> APU: Assesment of Performance Unit

energética, teste de drogas e tratamentos, destino de resíduos e outras têm de ser tomadas. Deve haver alguma responsabilidade pública no direcionamento de algumas pesquisas científicas e envolvimento público nas decisões sobre aplicar-se ou não esse conhecimento. Desta forma, a ciência é vista, portanto, como um tema polêmico na sociedade. E há problemas se levamos essa pretensão mais a fundo. Primeiro precisamos perguntar: que nível de compreensão é necessário se não quisermos trivializar estas questões? Mesmo cientistas em exercício da profissão reconhecem que frequentemente não estão suficientemente informados sobre um assunto no qual não são especialistas, de modo a serem capazes de formular uma opinião firme. Segundo, existe o número de questões dissociadas. Podemos realmente preparar o público jovem para sustentar uma opinião informada em engenharia genética, pesquisa em embriões, poderio nuclear, destino de resíduos tóxicos, os riscos para a saúde de uma dieta de gorduras saturadas ou não, os perigos possíveis de viver-se próximo à linhas de alta tensão, e assim por diante? Mesmo que possamos, podemos antecipar as novas questões que se colocarão ao longo da vida deles? Como a resposta é certamente um não, estamos então pretendendo que exista algo transferível que os estudantes possam aprender, estudando alguns desses problemas, que irá prepará-los melhor para lidar com outros no futuro? Se assim for, então devemos tentar evidenciar que núcleo transferível seja esse.

Segundo este pesquisador, tal argumento democrático indica, não propósitos vagos e mal definidos sobre “habilidades de tomar decisões” ou “aumento do conhecimento de ciências na sociedade”, mas a necessidade de dar prioridade curricular aos conhecimentos fundamentais a partir dos quais o conhecimento mais detalhado necessário para fundamentar questões particulares pode ser construído, se e quando for necessário.

Então, embora a ciência e a tecnologia possa se relacionar com temas polêmicos em nossa sociedade, o ensino formal ainda os apresenta como um conjunto de conhecimentos estáticos que devem ser memorizados e ocasionalmente aplicados no mundo social, desta forma, é feito para que os estudantes pensem a ciência como uma atividade social e cultural com forte peso em valores e crenças situadas em um determinado contexto histórico, assim a institucionalização e a prática da ciência são pouco questionadas (PEDRETTI, 2003). Porém, existe hoje uma reflexão a nível internacional sobre as finalidades da formação científica dos



jovens, com maior relevância para os que não pretendem seguir uma carreira profissional especificamente nesta área, levou à necessidade de uma nova orientação para o ensino de ciências cujo objetivo principal é a compreensão da ciência, da tecnologia e do ambiente, das relações entre elas e suas implicações na sociedade e como os conhecimentos sociais repercutem nos objetos de estudo da ciência e da tecnologia.

Em termos de finalidade, o ensino de ciências deve deixar de se preocupar apenas com a aprendizagem técnica, conceitos e teorias e garantir também que esta aprendizagem se torne útil e utilizável no dia a dia. Trata-se de uma mudança na perspectiva atual de ensino de ciências, apoiada numa visão interna da ciência e centrada numa epistemologia egoísta que pensa mais na concepção da maioria dos cientistas e sua formação. Trata-se também de valorizar de fato objetivos educacionais e não mais instrucionais. A ideia é promover uma cultura científica humanista, mais perto do homem que vive junto a um mundo tecnológico avançado e que seja alfabetizado cientificamente.

### **2.2.2 Ensino CTSA**

O agravamento dos problemas ambientais pós-guerra, a tomada de consciência de muitos intelectuais com relação às questões éticas, a qualidade de vida da sociedade industrializada, a necessidade da participação popular nas decisões públicas, estas cada vez mais sob o controle de uma elite que detém o conhecimento científico e, sobretudo, o medo e a frustração decorrentes dos excessos tecnológicos propiciaram as condições para o surgimento de propostas de ensino CTSA (WAKS e BARCHI, 1992). Estudos na área da epistemologia da ciência, que incorporaram questões relativas aos aspectos econômicos e políticos da ciência, também contribuíram para o aparecimento dessa ênfase.

Os trabalhos curriculares em CTSA surgiram, assim, como decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências. O cenário em que tais currículos foram desenvolvidos corresponde, no entanto, ao dos países industrializados, na Europa, nos Estados Unidos, no Canadá e na Austrália, em que havia necessidades prementes quanto à educação científica e tecnológica (LAYTON et al, 1986).

KRASILCHIK (1987), ao discutir a evolução da inovação educacional dos currículos de ciências no Brasil no período de 1950 a 1985, assinala que, na década de setenta, os mesmos começaram a incorporar uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social. Já na década de oitenta, a renovação do ensino de ciências passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

A perspectiva CTSA no Ensino de Ciências é uma das formas que existe para problematizar a visão cientificista e instrumental da ciência e da tecnologia, resgatando suas implicações sociais, políticas, culturais, éticas e ambientais, como aspectos relevantes para compreender o empreendimento científico como um processo histórico e humano mediado por diversos interesses, ideologias e pontos de vista em disputa. Ela tem promovido a importância de uma educação científica e tecnológica para todos os cidadãos, o que implica compreender o funcionamento da ciência na sociedade, desvelando as formas como a ciência se articula a determinados interesses e a forma como tem alterado nosso relacionamento com a sociedade e com a natureza. Assim, ensinar ciências no contexto contemporâneo deve ir além da apresentação de teorias, de leis e de conceitos científicos, deve implicar uma reflexão sobre o que os estudantes estão entendendo por ciência e tecnologia na sociedade em que vivem.

Segundo Pedretti (2003) a perspectiva CTSA no Ensino de Ciências tem o objetivo central de formar cidadãos responsáveis socialmente, o qual implica o desenvolvimento de raciocínios críticos por parte de estudantes e professores a respeito das questões sociais, políticas, culturais e ambientais da ciência e da tecnologia.

Apesar da permanente preocupação em favorecer uma educação científica e tecnológica para todos, o que encontramos é uma recusa à ciência e à sua aprendizagem (CACHAPUZ et al., 2005). Uma razão amplamente difundida por pesquisadores do Ensino de Ciências para explicar tal recusa é a visão de ciência individualista, descontextualizada, aproblemática e linear, que com frequência os professores têm ensinado nas escolas (GIL-PÉREZ, et al., 2001; MAIZTEGUI, et al., 2002).

As concepções que bloqueiam o desenvolvimento de uma educação científica e tecnológica para todos podem ser averiguadas conforme uma análise crítica da constituição social da ciência. Sob esta análise crítica, o problema não

está somente nas visões dos professores e seus correspondentes processos de ensino e aprendizagem, mas também na forma como essas visões são construídas socialmente e entrelaçadas à construção da ciência e da tecnologia na modernidade.

Entender a institucionalização da ciência na sociedade moderna nos leva a vislumbrar que as visões distorcidas dos professores sobre a ciência são estruturadas na maior parte dos casos, de acordo com um tecnicismo científico.

Nesse contexto, se coloca em questionamento, o que está atrás do ideal da democratização da ciência e da tecnologia, quando a gestão do estado moderno legitima o controle dos cidadãos através dos valores atribuídos pelos especialistas, excluindo dessa forma as possibilidades de participação da população.

A ideia da ciência como soberana e inquestionável constitui um desafio para o Ensino de Ciências com enfoque CTSA que tem por objetivo a emancipação dos sujeitos, na medida em que eles problematizem a ciência e participem em seu questionamento público, se empenhando na construção de um relacionamento coletivo.

Atualmente, a supervalorização da ciência fortalece os processos de despolitização da opinião pública e os mecanismos de controle e dominação do sistema. A eficácia desse processo é garantida pela racionalidade técnica que aumenta os alcances da ciência e da técnica enquanto ideologia e enquanto uma poderosa força produtiva, de tal maneira que a percepção pública sobre o progresso científico e tecnológico, em muitos casos, é linear considerando este progresso diretamente relacionado com maior progresso social.

Neste contexto, é relevante o resgate da natureza crítica do movimento CTSA, tendo em consideração que, em muitos contextos, a perspectiva CTSA tem-se reduzido somente a um slogan, de modo que está evidenciado que há uma falta de reflexão sobre seus próprios fundamentos. Vários pesquisadores estão preocupados, de diferentes formas, em resgatar o caráter crítico do movimento CTSA (AULER e BAZZO, 2001; AULER e DELIZOICOV 2001; SANTOS e MORTIMER, 2002; SANTOS, 2008; MION, ALVES e CARVALHO, 2009).

Auler e Bazzo (2001) salientam a importância de realizar uma contextualização do movimento CTSA à realidade brasileira e à realidade latino-americana, pois esse movimento embora desde sua origem tenha envolvido uma

crítica profunda sobre o desenvolvimento científico e tecnológico resultava a necessidade de realizar uma análise deste desenvolvimento no contexto brasileiro.

Auler e Delizoicov (2001) propõem uma percepção ampliada para perspectiva CTSA associada a um processo problematizador e dialógico diante da concepção limitada do progresso científico e tecnológico, relacionado com o determinismo tecnológico e com a concepção tecnocrática e salvacionista da ciência.

Santos e Mortimer (2002) também consideram que a supervalorização da ciência moderna reforçou o mito da neutralidade do progresso científico, além de fortalecer suas concepções científicas e salvacionistas. Diante destas concepções os autores salientam as contribuições críticas do movimento CTSA, mostrando, entre outras coisas, a importância de se trabalhar envolvendo temas científicos ou tecnológicos problemáticos, evidenciando as potencialidades deste trabalho na educação cidadã dos estudantes. Recentemente, Santos (2008) salientou que embora o movimento CTSA criticasse fortemente o modelo desenvolvimentista, em muitos contextos, foi reduzido a uma abordagem instrumental, sendo necessária uma abordagem radical que reivindicasse a dimensão política do movimento com o objetivo de transformar a concepção excludente da ciência e da tecnologia, de modo que seu progresso se voltasse à justiça e à igualdade social. Assim, o autor propõe uma abordagem humanística para o Ensino de Ciências. Sob uma perspectiva educacional crítica, Mion, Alves e Carvalho (2009, p. 51) também consideram que o “futuro das condições socioambientais está intrinsecamente relacionado à educação científica e tecnológica da população”, no entanto se perguntam pela natureza desse tipo de educação que pode servir para a acomodação do estabelecido ou ao contrário, pode suscitar uma permanente transformação, neste sentido, reivindicam o papel crítico da educação.

### **As Questões Sociocientíficas**

Muitas vezes, dentro da realidade escolar brasileira, os estudantes conseguem resolver, matematicamente, problemas envolvendo movimento harmônico simples, por exemplo, mas são incapazes de entender as implicações éticas e sociais da “Política espacial brasileira”, ou as implicações éticas e sociais do uso da tecnologia espacial, e seus benefícios e riscos.

Questões como esta, que tenham base científica e um impacto potencialmente grande na sociedade, são chamadas de questões sociocientíficas (RATCLIFFE; GRACE, 2003).

É claro que as características propedêuticas do sistema de ensino brasileiro favorecem e endossam esse tipo de abordagem das ciências. Por outro lado é necessário um grande esforço para que haja uma discussão ampla e séria das questões sociocientíficas em sala de aula, desde as primeiras séries da educação formal. Afinal nem todos os estudantes serão cientistas, mas todos serão cidadãos e sofrerão as consequências da ciência. Para isso é importante que sejam conhecedores dos aspectos científicos dos problemas, mas que também consigam enxergar os problemas éticos, sociais e econômicos que estão envolvidos no avanço da ciência.

Segundo Ratcliffe e Grace (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 2-3) as questões sociocientíficas apresentam algumas características destacadas a seguir:

- Tem base na ciência, frequentemente em áreas que estão nas fronteiras do conhecimento científico;
- Envolvem a formação de opiniões e a realização de escolhas no nível pessoal e social;
- São frequentemente divulgadas pela mídia com destaque a aspectos baseados nos interesses dos meios de comunicação;
- Lidam com informação incompleta sejam elas de evidências científicas incompletas ou conflitantes e lacunas nos registros;
- Lidam com problemas locais e globais e suas estruturas sociais e políticas;
- Envolvem a análise de custo e benefício na qual os riscos interagem com valores;
- Podem envolver considerações sobre desenvolvimento sustentável;
- Envolvem valores e raciocínio ético;
- Podem requerer algum entendimento de probabilidade e risco;
- São frequentemente pontuais durante a transição de uma vida.

Assim como Santos e Mortimer (2009), enfatizamos aqui a abordagem de questões sociocientíficas (QSC) em termos da ressignificação social do Ensino de Ciências de acordo com uma perspectiva crítica e dialógica, no intuito de favorecer a construção de condições pedagógicas e didáticas para que os cidadãos construam

conhecimentos e capacidades que lhes permitam participar responsabilmente nas controvérsias científicas e tecnológicas do mundo contemporâneo.

Segundo Pedretti (2003), a abordagem de QSC abriu um caminho concreto para alcançar os desafios do Ensino de Ciências com enfoque CTSA, pois a ciência e a tecnologia passaram a ser compreendidas como uma atividade humana inserida em múltiplas controvérsias e incertezas, exigindo dos cidadãos um posicionamento crítico de seus impactos e alcances.

As questões sociocientíficas apresentam para o Ensino de Ciências importantes possibilidades para trabalhar aspectos políticos, ideológicos, culturais e éticos da ciência contemporânea, assim aspectos como natureza da ciência e da tecnologia, tomada de decisão, raciocínio ético-moral e reconstrução sociocrítica, poderiam ser trabalhados pelos professores de ciências em suas aulas através da estruturação e desenvolvimento de questões controversas.

Um considerável número dos trabalhos que hoje é publicado sobre QSC salienta a importância da formação para cidadania como o objetivo central do Ensino de Ciências (RATCLIFFE e GRACE, 2003; ABD-EL-KHALICK, 2003; SIMMONS e ZEIDLER, 2003; REIS, 2004). No entanto, tal objetivo, já fazia parte da literatura da área de Ensino de Ciências, desde 1971 quando Jim Gallagher, o editor da revista *Science Education*, afirmou que para a formação de futuros cidadãos, em uma sociedade democrática, era tão importante compreender as relações entre CTSA como entender os conceitos e processos da ciência (AIKENHEAD, 2005), de tal modo, que as QSC e a perspectiva CTSA têm em comum o objetivo de focar o Ensino de Ciências na formação para cidadania dos estudantes no Ensino Básico e Superior, bem como nos processos de formação cidadã mais amplos abrangidos na sociedade.

As QSC incluem discussões, controvérsias ou temas diretamente relacionados aos conhecimentos científicos e/ou tecnológicos que possuem um grande impacto na sociedade. Segundo Abd-El-Khalick (2003), essas questões são marcadamente diferentes dos exercícios ou “problemas” que aparecem ao final dos capítulos de livros didáticos usados em sala de aula. Tais exercícios, geralmente, são focados em avaliar conhecimentos disciplinares e algorítmicos que, na maioria dos casos, possuem respostas corretas ou incorretas.

Diferentemente deste tipo de exercícios, os problemas sociocientíficos, dificilmente são definidos, e abrangem aspectos multidisciplinares que, na maior

parte das vezes, estão carregados de valores (éticos, estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e afetados pela insuficiência de conhecimentos.

Segundo Ratcliffe e Grace (2003), as QSC abrangem a formação de opiniões e escolha de juízos pessoais e sociais, implicam valores e aspectos éticos e relacionam-se com problemas sociais de ordem local, nacional e global.

Desta forma, encontram-se questões sociocientíficas na maior parte das discussões que se desenvolvem na sociedade atual e que são divulgadas, principalmente pela mídia, destacando entre outras, as seguintes questões: energias alternativas, aquecimento global, poluição, transgênicos, armas nucleares e biológicas, produtos de beleza, clonagem, experimentação em animais, desenvolvimento de vacinas e medicamentos, uso de produtos químicos, efeitos adversos da utilização da telecomunicação, manipulação do genoma de seres vivos, manipulação de células-tronco, fertilização in vitro, entre outros.

As controvérsias envolvidas nas discussões públicas sobre QSC exigem a formação de cidadãos dotados de conhecimentos e capacidades para avaliar responsabilmente problemas científicos e tecnológicos na sociedade atual. Assim, o futuro do conhecimento científico e tecnológico não pode ser responsabilidade apenas dos cientistas, governos, especialistas ou qualquer outro ator social, sendo necessária a constituição de uma cidadania ativa (REIS, 2004).

O Ensino de Ciências com enfoque CTSA voltado à abordagem de questões sociocientíficas pode potencializar a participação dos estudantes nas aulas de ciências, favorecendo o ensino democrático em busca da constituição da cidadania dos estudantes. O exercício da cidadania somente se desenvolverá plenamente em uma sociedade legitimamente democrática que deve fornecer à maioria dos cidadãos sua participação efetiva no poder. Embora a participação real ainda seja um ideal que não se tem conseguido plenamente até agora, é necessária a continuação do desenvolvimento de processos de formação que contribuam para o enriquecimento dos sujeitos na constituição de sua cidadania.

Conforme Cachapuz (2000) é cada vez maior o apelo à abordagem de situações-problema do cotidiano que permitirão construir solidamente conhecimentos e refletir sobre os processos da ciência e da tecnologia, bem como as suas interrelações com a sociedade e ambiente, facultando-lhes uma aprendizagem nos domínios científico e tecnológico, possibilitando tomar decisões

mais informadas, agindo responsabilmente. Isto possibilita ainda o desenvolvimento de capacidades, competências, atitudes e valores.

Segundo o mesmo autor, as experiências de ensino CTSA levadas a cabo em vários países, em muitos dos resultados já alcançados, mostram ser uma aposta com futuro e uma via promissora em termos de maior motivação dos alunos, de melhor preparação destes para darem respostas mais adequadas aos problemas científicos e tecnológicos do mundo contemporâneo e ainda de desenvolvimento de formas de pensamento mais elaboradas.

Para a conquista da sociedade democrática, é necessário que os cidadãos possuam conhecimentos básicos sobre o funcionamento da Ciência (estruturas conceituais e metodológicas), além de estruturar critérios de julgamento moral e ético para avaliação pública das controvérsias científicas e tecnológicas, que se apresentam na sociedade atual. É a partir deste julgamento que os estudantes poderão fazer escolhas de acordo com seus interesses, direitos e deveres.

A abordagem de questões sociocientíficas exige o comprometimento dos professores de Ciências com a mudança de uma sociedade desigual, na qual a ciência e a tecnologia também se entrelaçam às relações de exclusão e dominação. Assim, o papel do professor é fundamental para orientar discussões com seus estudantes sobre questões sociocientíficas para que eles se posicionem criticamente diante destas questões agindo racionalmente.

A sociedade atual exige que os professores sejam formadores e não meros transmissores de informações, isto, envolve responsabilidade no ensino dado que este deve favorecer a transformação dos alunos em homens e mulheres mais críticos que ao tornarem-se agentes de mudanças podem possibilitar a construção de um mundo melhor (CHASSOT, 2006).



### **3 A ASTRONÁUTICA COMO SUBSÍDIO PARA A ABORDAGEM CTSA NO ENSINO DE ASTRONOMIA**

Fazemos aqui uma pequena abordagem que fundamenta nosso trabalho, no âmbito da formação do cidadão em ciências e a importância do conhecimento sobre as discussões sobre ética do progresso científico e tomada de decisão política.

Devido ao progresso científico e da emergência de novas tecnologias, que têm consequências tanto diretas quanto indiretas para a sociedade, os agentes políticos, eleitos pelos cidadãos, devem ter à sua disposição meios para o controle democrático da política científica e tecnológica. Confrontando com os riscos de abuso, que são agravados quando a pressão econômica aumenta, e com os riscos de uso indevido da aplicação da ciência e tecnologia, os políticos também devem adotar uma abordagem ética. Esta abordagem deve se tornar uma responsabilidade política, que deve ser plenamente assumida pelos seus decisores para impor o respeito pela dignidade, identidade e integridade humana confrontada com o progresso da pesquisa científica e tecnológica.

A abordagem ética visa, em particular, fornecer informações objetivas aos políticos, que tomam as decisões políticas em suas nações e adequar a formação dos representantes eleitos para permitir-lhes tomar estas decisões de forma mais eficaz. Ética é ao mesmo tempo o padrão moral para a ação e uma reflexão sobre os riscos.

Segundo Cortella (2009), ética é um conjunto de princípios e valores de conduta que uma pessoa ou grupo tem, e que são usados para responder a três grandes perguntas: Quero? Devo? Posso? A dificuldade em responder a estas perguntas nos gera dilemas e portanto a ética nos coloca dilemas. A ética é aquilo que nos orienta nas decisões, julgamentos e avaliações. A moral é a prática destas condutas. Assim, as questões éticas e seus debates, dentro da ciência e política espacial, dizem respeito à proteção da integridade humana e à capacidade de ter princípios.

Os políticos, cuja tarefa é, ou deveria ser, a de tomar a decisão final para resolver problemas éticos, devem levar em consideração o princípio da precaução, que procura evitar todas as consequências irremediáveis para as gerações presentes e futuras, o princípio do “feedback” que é vital para a abordagem

experimental: ele procede passo a passo com base nos resultados de experimentos sucessivos, e o princípio da vigilância que consiste em identificar sinais fracos que são verdadeiros sistemas de alerta, passível de antecipar o aparecimento de possíveis riscos. Estes três princípios são fundados nos compromissos morais de equidade e de solidariedade, que condicionam a eficácia de escolhas tecnológicas. Estas escolhas são feitas em um contexto ético, o que implica confronto e interação entre três atores diferentes, mas complementares: o especialista, o político e o cidadão. Para salvaguardar a eficácia desta abordagem, os papéis desses atores devem ser definidos. Assim, o especialista não é necessariamente um cientista, mas seu conhecimento é elaborado a partir de uma abordagem científica. Para o cientista, a abordagem ética é baseada na qualidade do conhecimento, a recusa de falsificação ou imperícia: sem honestidade, a liberdade do conhecimento não pode ser justificada. O cientista não está necessariamente preocupado com as consequências de seu trabalho. Embora o cientista seja inspirado, nas palavras de Albert Einstein, pelo "prazer de conhecimento", a ciência não pensa, apenas avança cegamente. Portanto, o cientista deve postular uma hipótese e depois analisar esta suposição para descobrir se ela é justificável. Ao fazer isso, ele passa de um produto da imaginação e do raciocínio abstrato para a realidade concreta. O especialista explica o conhecimento e o integra no campo socioeconômico. Em paralelo, ele deve definir os principais objetivos e identificar os problemas éticos relacionados com o financiamento de pesquisa, a apresentação, gestão e utilização de descobertas científicas e progresso tecnológico. Além disso, o especialista formula as apostas e desafios do conhecimento, especificando os riscos nos quais suas aplicações estão envolvidas. Ele destaca as futuras orientações e respostas das perguntas colocadas pelos políticos e pelos cidadãos, fornecendo-lhes as explicações necessárias evitando mal-entendidos e dissipando dúvidas. No contexto do progresso científico e tecnológico, confrontado com os novos riscos, os especialistas devem jogar a luz necessária sobre os fatos para os agentes políticos. Os especialistas e os políticos são os intermediários entre a ciência e a opinião pública.

Entre os agentes políticos, o representante eleito é a pessoa mais próxima da opinião pública e do público em geral. Ele tem, ou pelo menos deveria ter, um conhecimento sobre seus cidadãos e sobre seu país em um contexto sócio-cultural particular. Ele deve, portanto, ser informado dos principais objetivos da

ciência e políticas tecnológicas em termos de investimentos e suas consequências para a sociedade. Apesar da ausência de comunicação direta entre os cientistas e os políticos, eles estão trabalhando para o mesmo fim - a melhoria da condição do cidadão se dá através de uma melhor gestão do conhecimento e da experiência. Eles estão a serviço do progresso para a humanidade e apoiados pelo mesmo intermediário, ou seja, o especialista. Eles usam o mesmo multiplicador de opiniões: a mídia, os meios de comunicação.

Os cidadãos, por sua vez, como representantes da opinião pública, estão agora diretamente envolvidos nos processos de tomada de decisões. Eles devem, portanto, levar o seu espírito crítico para suportar no debate associado à abordagem ética das escolhas tecnológicas. Esse debate leva a um diálogo entre especialistas, políticos e opinião pública. Neste contexto, as interações entre ciência, ética e política fornecem uma oportunidade de definir opções tecnológicas, que irão moldar o futuro da nossa sociedade. Fundamentada em uma abordagem de raciocínio moral, as preocupações sociais, legais e éticas colocam o ser humano de volta ao centro do debate.

Foi sobre esta abordagem que se criou o Grupo de Trabalho sobre a Ética do Espaço Exterior na UNESCO, em 1998. Por iniciativa do Diretor-Geral da UNESCO, na ocasião, Mr. Federico Mayor, e proposta pelo Diretor-Geral da Agência Espacial Europeia (ESA), Antonio Rodotà, este grupo de trabalho foi criado para analisar a ética do espaço exterior em dezembro de 1998. A este Grupo de Trabalho, foi dada a tarefa de discutir as implicações éticas das atividades espaciais. Sua tarefa foi identificar as dificuldades, medos, oportunidades e promessas associadas à conquista do espaço, fornecendo as explicações necessárias da maneira mais clara e mais abrangente possível, levando em consideração as necessidades das populações em seu contexto sócio-cultural. Este grupo se esforçou para definir os resultados das atividades humanas na conquista de espaço e exploração do Universo; as consequências desta conquista do espaço, da estação espacial MIR e ISS, com as questões que se colocam sobre o seus status e, por outro, todos os aspectos de detritos circulando em espaço que levantam preocupações ambientais, os problemas do homem no espaço e dos voos tripulados que exigem a capacidade de manter os seres humanos no espaço por longos períodos de tempo, a exploração de outros planetas e do Universo e, por último mas

não menos importante, o futuro da política espacial como tal, ou seja, as implicações das atividades espaciais em termos de custos e da relação custo-benefício.

Sobre a ética da política espacial internacional, sabemos que desde os tempos remotos, o progresso da astronomia, em seguida, da astrofísica e, mais recentemente, da balística e tecnologias de propulsão e avanços em óptica, eletrônica e software de computadores, têm habilitado homem não só a voar, mas também a caminhar na Lua, enviar sondas para explorar o Universo e até mesmo perto de colonizar espaço planetário próximo. O homem tem sido capaz de construir estações orbitais, comunicação e satélites de observação terrestres, para não falar de satélites de posicionamento para veículos na terra, mar e ar. Este rápido desenvolvimento científico e tecnológico gera novos benefícios, mas também novos riscos. Tecnologias espaciais, ao mesmo tempo são promissoras e perturbam, mobilizam grandes somas de dinheiro e representam fortemente um jogo de poder entre as nações. A humanidade, e mais especificamente, a integridade e a dignidade do homem devem, portanto, estar protegidas pelas preocupações sociais, legais e éticas. A reflexão ética nos permite embarcar em um caminho de raciocínio moral.

Assim, a ética da política espacial deve levantar questões sobre as motivações subjacentes ao acesso ao espaço exterior pelos seres humanos e da exploração do Universo. O grau de aceitabilidade da opinião pública e, por último, os aspectos de igualdade devem também ser considerado. A questão aqui é a igualdade de acesso aos instrumentos espaciais ou, pelo menos para as aplicações resultantes da sua utilização. Além disso, as consequências da conquista do espaço tornam necessário que esta reflexão ética não se perca em um contexto internacional, sobretudo quanto ao espaço exterior tem sido reconhecido como patrimônio comum da humanidade.

O principal objetivo da ética da política espacial é manter em mente o lugar dos seres humanos e responder os anseios da opinião pública com uma abordagem independente e transparente, que evita todas as conotações emocionais. Isto, por sua vez, requer a interação entre os cientistas e especialistas em diferentes disciplinas, representantes eleitos, agentes políticos e os meios de comunicação para destacar as explicações necessárias. Esta abordagem, específica para a ética da tomada de decisões, leva a uma avaliação do grau de liberdade do ser humano confrontado com o progresso do conhecimento e experiência nas atividades espaciais.

É preciso que os profissionais de educação, que trabalham com o ensino da astronomia, tenham conhecimento a respeito deste aspecto ético das pesquisas espaciais e entender que este aspecto também deve fazer parte da formação de seus alunos, que poderão futuramente estar atuando como um ator na sociedade, representando os mais diferentes setores, e deverão, portanto, participar dos debates relacionados ao tema.

Vejamos a seguir qual é o panorama mundial, pensamentos e discussões relacionados à ética da ciência, suas pesquisas e aplicações.

O progresso da ciência e da tecnologia nos confere hoje poderes sem precedentes que dependem em grande parte de nossos objetivos e da forma como pretendemos moldar o nosso futuro. A forma com que exercemos esses poderes está intimamente ligada ao domínio da humanidade sobre seu próprio destino. As questões levantadas pelo progresso científico são fundamentais. Quem, e com base em qual projeto coletivo, define as prioridades e as escolhas a serem feitas quando se trata de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico? Quando os riscos estão envolvidos, onde é que vamos traçar a linha entre o que é socialmente aceitável e o que não é, dada a ampla gama de diferentes percepções culturais e atitudes para uma tecnologia específica? Que grau de responsabilidade e de solidariedade para com as gerações presentes e futuras podemos legitimamente esperar do indivíduo e da comunidade? As respostas a essas perguntas excedem amplamente os limites profissionais estabelecidos pelos códigos de ética e de fronteiras nacionais. No mundo de hoje, onde os pontos de vista são fragmentados como nunca antes visto, o mais fundamental é lutar pela emergência de valores que podem tornar nossa convivência tecnologicamente, ecológica e socialmente sustentável.

Além disto, o exercício do juízo crítico está intrinsecamente ligado ao futuro da sociedade e da democracia e à sua capacidade de promover em seu meio uma verdadeira cultura em que o conhecimento científico e tecnológico vai de mãos dadas com uma certa resistência ética. O cidadão do século XXI deve, portanto, ser preparado para participar com conhecimento e força da reflexão ética, da tomada de decisões estratégicas nas áreas de tecnologia e meio ambiente.

São estas considerações que levaram os órgãos sociais da UNESCO a criarem a Comissão Mundial sobre Conhecimento Científico e Tecnológico (COMEST), dando mais um passo para o cumprimento do mandato ético, atribuídos

à Organização, em virtude de sua Constituição, que prevê o fato de "a paz deve ... ser fundada sobre a solidariedade intelectual e moral da humanidade" (UNESCO, 2011).

Enquanto a globalização avança, temos também que avançar para uma maior consciência do nosso coletivo de responsabilidades, que são, em essência, ética. Os critérios utilizados para a tomada de decisões não podem ser regidos por fins econômicos apenas, mas deve ser estendido para abraçar compromissos fundamentais com os direitos humanos e para a identidade cultural de cada nação. Esta necessidade é particularmente sentida na área de tecnologia espacial, devido aos consideráveis desequilíbrios que seu uso pode gerar nas relações entre os países, bem como entre o setor privado e do público em geral.

Em 4 de outubro de 1957, o mundo assistiu com admiração uma minúscula esfera batizada de Sputnik, com massa não mais do que 84 kg, emitindo sinais de rádio ao redor da Terra. A era espacial havia começado. Em um esforço para lançar mais luz sobre um domínio crescente e cada vez mais complexo, particularmente no que diz respeito às muitas questões morais e sociais que cercam as aplicações da tecnologia espacial, uma frutífera colaboração foi estabelecida entre a Agência Espacial Europeia (ESA), os órgãos competentes do Sistema das Nações Unidas, representantes de agências espaciais nacionais e empresas privadas e da UNESCO.

É preciso prevenir as futuras gerações dos danos possíveis da tecnologia espacial e suas aplicações. Uma forma de fazê-lo é atuando na área educacional. Na verdade, não podemos mais nos dar ao luxo de favorecer sistematicamente os interesses imediatos apenas das áreas técnicas e de pesquisa em astronomia e astronáutica, independentemente se eles são diretos ou indiretos, de curto ou longo prazo, com consequências mais ou menos prejudiciais.

A crescente consciência das implicações humanas e sociais da pesquisa científica, suas aplicações tecnológicas e a sua exploração, deu origem a um novo fenômeno: o mundo da investigação científica e técnica agora considera a reflexão ética como uma parte integrante do seu próprio desenvolvimento. Pelo menos deveria ser assim em todos os lugares, e daí vem a preocupação com as pesquisas em ensino de ciências com ênfase em CTSA. Nunca o progresso científico e as inovações tecnológicas moldaram tanto os modos de economia de produção, relações sociais e estilos de vida com o faz hoje em dia. Talvez o público em geral

nunca tenha sido tão consciente das transformações que a vida cotidiana recebeu devido ao progresso do conhecimento e da tecnologia. Uma real necessidade de ética deve urgentemente vir à tona na sociedade atual.

Fundamentada em uma reflexão ética, esta abordagem exige renovação constante e um contínuo questionamento dos nossos próprios atos. A abordagem ética pressupõe um debate público com a participação esclarecida dos cidadãos e decisores políticos. Nesse sentido, a reflexão ética é uma característica vital da democracia.

A reflexão ética deve ser abordada por uma lógica "pró-ativa", procurando antecipar futuros problemas, necessidades ou mudanças, capaz de mudar eventos em vez de reagir a eles, fazendo com que as coisas aconteçam; é ser ágil e competente. Perseguida atualmente a nível internacional, a reflexão ética deve adotar uma visão ampla e antecipar os problemas. Para atingir esse objetivo, seu trabalho deverá ser fundamentado sobre os grandes sistemas de pensamento e a comunidade intelectual em todo o mundo deve ter a oportunidade de participar. A reflexão ética exige uma troca de ideias e experiências realizadas em total liberdade e independência entre especialistas nas várias disciplinas, líderes políticos e atores da sociedade civil em toda a sua diversidade. Ela deve definir pontos de referência e alternativas que preveem e propõem opções inovadoras, permanentemente ajustadas aos avanços da ciência e da tecnologia.

A internacionalização e interpenetração de problemas de nível global coloca a ação de organizações internacionais no centro da construção da sociedade futura.

Para fundamentar nosso trabalho buscamos na área de pesquisa em Educação para Ciência, no Brasil, estudos sobre as possibilidades de temas pertinentes em astronomia e astronáutica, que permitam o desenvolvimento de trabalhos voltados para ênfase CTSA e para uma discussão de QSC. No entanto não encontramos nenhuma referência. Vejamos então algumas considerações que podem nortear a busca por estes possíveis temas, nos baseando em discussões realizadas pelo COMEST (World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology), comissão criada na UNESCO para estudos sobre o uso do conhecimento científico e tecnológico mundial.

Faremos uma reflexão fundada em uma análise das consequências éticas e sociais do progresso associado a tecnologias espaciais. Questões como a

presença do homem no espaço e os voos tripulados, o desenvolvimento da ciência e tecnologia espacial, o uso desta tecnologia, a proteção do meio ambiente, da liberdade pública e da identidade cultural são focos importantes a serem discutidos.

A presença do homem no espaço e os voos tripulados, que não se justificam apenas pela pesquisa científica, tem uma forte dimensão filosófica e econômica, aspectos que não podem ser ignorados. Essa presença nos obriga a considerar os limites espaciais da ação humana devido à natureza inóspita do espaço em relação a nós, cujas atividades no espaço não necessariamente exigem a sua presença física. Além disso, as motivações, muitas vezes de natureza cultural, da exploração espacial, das pesquisas científicas e tecnológicas e da utilização comercial do espaço são pertinentes aqui sob o aspecto da propriedade do conhecimento e das experiências adquiridas pelas missões espaciais.

No campo do desenvolvimento da ciência e da tecnologia espacial, podemos considerar o acesso aos programas espaciais, que requerem recursos substanciais, e cujos custos extremamente elevados colocam fora do alcance países em desenvolvimento. Além disso, a noção de inalienabilidade do espaço como um território científico deve garantir o acesso livre e proteção contra a poluição de todos os tipos. O impacto de tecnologias espaciais sobre a vida cotidiana dos cidadãos também dá origem a reflexão ética porque os operadores que têm acesso ao espaço são capazes de penetrar a esfera privada dos cidadãos, especificamente por meio da vigilância eletrônica.

O estudo da utilização das tecnologias espaciais permite que seja desenvolvida discussões sobre o impacto ambiental a partir das necessidades de uma gestão de riscos no espaço, em particular as associadas com detritos e do uso de reatores de propulsão nuclear. Outro estudo, o impacto econômico pode ser considerado a partir da questão da participação das nações nas atividades espaciais. Finalmente, a dimensão militar deve ser considerada tendo em conta o problema específico dos sistemas desenvolvidos pelos militares em que os civis são totalmente dependentes: o Sistema global de Posicionamento (GPS), controlada exclusivamente pelos Estados Unidos da América, é um bom exemplo.

No que diz respeito à proteção do ambiente, a tecnologia espacial representa um fator de danos aos ambientes circunterrestre, terrestre e planetário (sem falar dos ambientes em torno de outros corpos celestes). Detritos espaciais e suas limitações por medidas preventivas, que devem ser impostas igualmente a



todos os usuários do espaço, podem ser objetos de especial atenção em discussões. A tecnologia espacial pode ser utilizada para a proteção do ambiente terrestre, permitindo a previsão, prevenção e monitoramento de desastres naturais e melhor gestão global do nosso planeta.

Quanto à proteção das liberdades individuais e identidades culturais, podemos considerar aos aspectos éticos da vigilância eletrônica, comunicações e sistemas de posicionamento via satélites. Eles podem representar um problema de violação das liberdades individuais, que é um tanto mais grave por ainda não existir nenhuma legislação para regulamentar o acesso e utilização dos dados processados por satélites.

A manutenção da diversidade cultural está ameaçada pelo risco de padronização dos meios de expressão derivada da globalização da comunicação enquanto beneficia o surgimento de novas identidades culturais, que devem ser combinadas com as que já existem.

Vamos aprofundar a análise destes diferentes níveis de considerações sobre o uso do espaço e suas tecnologias, apresentando algumas recomendações relacionadas aos inúmeros problemas e questões advindos do seu desenvolvimento, trabalhando com os seguintes tópicos:

### **O espaço como uma questão ética**

Uma característica distintiva da humanidade é a sua capacidade de refletir e questionar a justificativa, a motivação, o conteúdo, o significado e as repercussões de suas ações. Este processo de reflexão e questionamento é particularmente necessário no campo espacial agora que o espaço tornou-se acessível aos seres humanos. Essas novas atividades que o homem persegue, no que é essencialmente um ambiente inóspito para ele, nos leva a crescentes e importantes questões éticas:

- Qual é o papel dos seres humanos no Universo?
- Como podem ser organizadas as ligações entre a Terra e o espaço exterior?
- Quem determina as prioridades e escolhas da ciência e tecnologias espaciais e com base em quais objetivos para a sociedade?

- Como podem os riscos gerados pelas tecnologias espaciais serem definidos democraticamente e quais os riscos que podem ser considerados como aceitáveis?

- Qual é o nível de responsabilidade e de solidariedade para que os indivíduos e grupos possam deixar para as gerações presentes e futuras?

Questões éticas condicionam a aceitabilidade das tecnologias espaciais. Devem levar até a melhor solução, fundamentada em argumentos morais, contra o pano de fundo das comparações entre de riscos e benefícios engendrado por elas em um espírito de respeito aos direitos humanos e, mais particularmente, o respeito à integridade e dignidade da raça humana.

### **A vida no espaço (o homem e a busca por vida em outros planetas)**

Em 1709, Bartolomeu de Gusmão fez o primeiro voo humano na atmosfera usando um balão (ASSIS, 1969). Em seguida, no ano de 1783 os irmãos Joseph Michel Montgolfier e Jaques Étienne Montgolfier construíram o primeiro balão tripulado, repetindo a proeza neste mesmo ano com Pilâtre de Rozier e François Laurent. Mas foram necessários mais de dois séculos, com o progresso da aviação civil e militar, antes de o homem se tornar presente no espaço exterior. Em abril de 1961 o cosmonauta Yuri Gagarin tornou-se o primeiro homem a orbitar a Terra. Então, em julho 1969, Neil Armstrong e Buzz Aldrin caminharam na Lua. Desde então, voos espaciais tripulados vem se multiplicado cada vez mais. A estação espacial russa MIR, colocada em órbita em fevereiro de 1986, era habitada quase continuamente e os cosmonautas<sup>3</sup> aptos a passar vários meses no espaço.

A presença de seres humanos no espaço hoje levanta uma série de questões filosóficas, culturais e éticas, assim como questões econômicas e políticas. A capacidade do homem para intervir no espaço não requer necessariamente a sua presença física no espaço exterior. A tecnologia espacial usando sondas, satélites e dispositivos automáticos, pode, na maioria dos casos, ser igualmente eficaz e muitas vezes custa menos do que uma missão tripulada. Além disso, a necessidade humana de ar, água e alimento, sua relativa fragilidade física, e o risco de danos

---

<sup>3</sup> Astronauta é a expressão usada para designar aqueles que foram ao espaço em uma espaçonave estadunidense, e cosmonauta para aqueles que o fizeram em uma espaçonave soviética ou russa. Ambos os termos ficaram consagrados durante a corrida espacial, na década de 1960, mas não apresentam diferenças substanciais.

causados pela sua exposição à radiação cósmica, são fatores que não necessariamente militam em favor de sua presença no espaço. Além disso, satélites e sondas espaciais estão se tornando cada vez mais eficazes devido ao progresso espetacular da microeletrônica. Um debate está aberto entre os defensores de voos espaciais tripulados e aqueles que são mais reticentes e até mesmo opositores a este tipo de missão. Mas os voos tripulados são claramente complementares aos outros projetos espaciais. Onde a inteligência artificial é limitada ou cara demais, o homem tem a capacidade de gerenciar situações complexas e imprevistas. No entanto, devemos evitar a instrumentalização do astronauta que seria, então, relegado ao status de um robô ou mera ferramenta a serviço da tecnologia espacial. É aqui que a sua capacidade de julgamento, análise e tomada de decisão, e também a sua coragem e determinação, são a chave para a sua condição humana. A consideração destes aspectos permite uma reflexão ética a ser levada adiante.

Esse debate coloca em evidência a questão da razão dos voos tripulados que não podem ser reduzidos aos argumentos puramente econômicos com base em um custo benefício. As razões subjacentes à presença do homem no espaço são mais complexas e de vários tipos. Elas podem servir a interesses científicos, permitindo pesquisas, na ausência de gravidade (em particular na física de materiais). Experimentos na presença de baixa gravidade com a espécie humana têm permitido avançar o nosso conhecimento sobre mecanismos de regulação fisiológica (SAM et al, 2012).

Além dos argumentos técnicos, econômicos e científicos, há outra justificativa para a conquista do espaço pelo homem. Os seres humanos são inspirados por um desejo permanente de atravessar novas fronteiras. A determinação do presidente John Fitzgerald Kennedy para conquistar a "nova fronteira" foi, por exemplo, retomada no relatório do National Space Commission, *Pioneering the Space Frontier* escrito em 1986, que afirma que

"o espírito de pioneirismo faz parte da herança de humanidade... Nas últimas décadas, uma nova fronteira se abriu para nós, confrontando a humanidade com o seu desafio maior e mais promissor de todos: a fronteira do espaço". (PIONEERING THE SPACE FRONTIER, 2013)

De modo mais geral, o conhecimento do universo - o infinitamente grande - e de suas origens, e do átomo - o infinitamente pequeno - é parte da busca do homem, de um sonho e de sua imaginação. Em paralelo com a sede de conhecimento e descoberta, a tecnologia dá ao ser humano uma impressão de poder. Além disso, a conquista do espaço contribui para a divulgação do conhecimento científico e cultura técnica. Ela favorece a apropriação de atividades espaciais pela opinião pública através da manutenção de um horizonte imaginativo e da determinação de fazer novas descobertas. Estas são as forças motrizes da sociedade humana.

A exploração do espaço exterior pelo homem poderá provavelmente começar a partir de estações espaciais, que podem ser definidas como campos de base na estrada para os planetas do sistema solar. Elas também podem ser utilizadas para observar a Terra e outros corpos celestes, para estudos biológicos e médicos no estado de imponderabilidade, para as experiências físicas e químicas em ambiente espacial e para a manutenção e reparação de satélites. Estações espaciais familiarizarão os homens com estadias prolongadas, em preparação para longas viagens para o espaço.

Sobre a busca por sinais de vida no sistema solar e em regiões mais distantes, que parecia pertencer ao reino da ficção científica há apenas algumas décadas atrás, agora é um tema fundamental nas atividades das agências espaciais. Em termos práticos, por explorar o sistema solar e, em seguida, o restante do universo, o objetivo é encontrar sinais de vida, de modo a permitir um princípio universal de vida a ser identificado por meio do progresso da biologia contemporânea. A ciência está buscando uma resposta às questões associadas ao grande mito e, em particular, o mistério da origem da vida. A busca por novas formas de vida no espaço gera a criação de novas ligações entre seres humanos e espaço exterior. O conhecimento científico não é suficiente para dar referência aos mitos ou superar a imaginação. Em um assunto com tais aspectos emocionais como a percepção por parte da opinião pública para as consequências da existência de seres vivos no espaço, uma abordagem ética torna-se essencial. É necessário considerar o lugar do ser humano em relação a possíveis formas de vida detectáveis ou acessíveis com tecnologia espacial.

Nos termos do art. 5º do Tratado "sobre os princípios que regem as atividades dos Estados na exploração e uso do espaço exterior de 1967", mais

comumente referido como o "Tratado do Espaço" sobre o qual faremos referência neste trabalho mais adiante, os astronautas são considerados mensageiros da humanidade no espaço. Nesta condição eles podem ser vistos com os melhores intermediários entre a vida na Terra e outras formas de vida.

Além disto, o retorno à Terra de amostras coletadas na Lua, em cometas ou projetos para missões de coleta de amostras de outros planetas, como atualmente estamos fazendo em Marte, levantam muitas questões de natureza ética. Isto esbarra diretamente sobre o valor científico de tais missões e dos benefícios que a humanidade pode receber a partir delas. A gestão dos riscos inerentes a tais missões exige a criação de sistemas de proteção e precaução para evitar qualquer contaminação potencial do planeta Terra. Essas missões devem ser informadas à opinião pública que, no presente contexto, é particularmente sensível aos problemas de contaminação, enquanto permanece fascinada pela exploração do Universo.

Algumas recomendações de elaboração de normas éticas, conforme indica o relatório da UNESCO sobre a Ética da Política Espacial (THE ETHICS OF SPACE POLICY, 2000) podem ser seguidas para nortear as soluções destas problemáticas:

- Se as considerações éticas devem ajudar a resolver conflitos que são susceptíveis de ocorrer a partir de aplicações das tecnologias espaciais, critérios ou normas devem ser criados para apoiar os argumentos relevantes.

- A ética deve preceder e guiar a lei e não vice-versa. A ética representa um movimento permanente, destinado a iluminar regulamentos.

- As atividades espaciais exigem um quadro jurídico preciso subtendido por uma ética, que é concebido e claramente aceito por todos os membros. Como exemplo, no sistema das Nações Unidas, princípios gerais devem ser elaborados e adotados em relação ao conceito legal do país responsável pelo lançamento e a condição de órbitas baixas.

- Mas, mesmo antes disso, a maioria dos países devem ratificar os instrumentos jurídicos que já existem no setor espacial para permitir a sua entrada em vigor.

- Os princípios éticos devem ser aplicados a todas as fases de desenvolvimento de um instrumento espacial e eles devem ser subjacentes aos planos estratégicos das agências espaciais.

- Sempre que necessário, o estabelecimento de um código de ética deve fluir de uma consulta internacional para harmonizar as práticas e legislações possíveis, a fim de evitar a proliferação de normas específicas para cada país.

- A definição da base de uma cultura espacial tornou-se imperativo hoje.

### **O espaço como dimensão**

Desde o lançamento do Sputnik (1957) pela URSS, quando ela lançou o seu primeiro satélite, a exploração espacial se desenvolveu rapidamente e as missões tripuladas começaram a tomar forma, o envio de sondas para pousar em Marte e sobrevoar outros planetas do sistema solar se tornou fato. Estas sondas fornecem informações sobre a formação do Universo, do nosso sistema planetário, do Sol e da Terra. Os cientistas têm desenvolvido e utilizado cada vez mais telescópios potentes que dá acesso aos confins do Universo.

A tecnologia espacial, portanto, parece ser um instrumento a serviço do conhecimento. O objetivo final de toda a exploração de espaço é ampliar a experiência humana e o nosso conhecimento. Ao mesmo tempo, tornou-se possível estudar a Terra a partir do espaço de muitos ângulos diferentes, com uma precisão nunca alcançada por outras tecnologias: análise das características de sua ionosfera, missões meteorológicas que permitem monitorização sem precedentes do clima e suas evoluções, um estudo do nível dos oceanos e suas interações com a atmosfera (missão Franco-Americano Topex-Poseidon); observação infravermelha da superfície da Terra (solo, modificações da cobertura vegetal). Observações por satélite permitiram que o buraco na camada de ozônio fosse revelado na estratosfera sobre o Polo Sul e permitindo que fossem tomadas medidas a nível internacional para proibir o uso de clorofluorcarbonos (CFCs).

Outras missões, que alcançaram o verdadeiro sucesso científico, incluem o Telescópio Espacial Hubble, que fornece uma boa ilustração das vantagens de tecnologia espacial. Apesar de seu astigmatismo que durou três anos, o Hubble permanece ainda, mesmo após 15 anos (período estimado de sua vida útil) fornecendo as melhores imagens do Universo.

Consequências da exploração circunterrestre do espaço

#### a) Danos ao Meio Ambiente:

A tecnologia espacial tem causado danos ao meio ambiente circunterrestre, por ser uma fonte de poluição. Cada lançamento tem repercussões sobre o ambiente terrestre. Lançadores espaciais podem ter efeitos sobre a camada de ozônio e causar mudanças parciais na qualidade do ar. No entanto, este tipo de poluição atmosférica é insignificante no nível em que a atividade espacial ocorre hoje. Além disso, a generalização da propulsão criogênica - que também emite água - vai ajudar a reduzir o nível.

#### b) Detritos Espaciais:

O ambiente circunterrestre também está sendo poluído por detritos espaciais, composto de fragmentos de lançadores de satélites e antigas missões que falharam ou foram abandonadas em órbita após cumprirem seus objetivos. A sua presença é na verdade um obstáculo e um risco para o sucesso das futuras missões. Satélites, que se tornaram não operacionais na órbita terrestre e detritos de missões enviadas para outros planetas e para o espaço interestelar, contribuem para a poluição do espaço exterior.

Em apenas 40 anos, mais de 20.000 toneladas de materiais foram colocados em órbita ao redor da Terra. Mais de 4.500 toneladas ainda estão lá atualmente. Cinco por cento desta massa representam a totalidade de satélites operacionais ainda hoje (cerca de 500 no total), enquanto o resto pode ser considerado como um campo de detritos. A estimativa é de 9.000 objetos que medem mais de 10 cm presentes em órbita atualmente, com 110 mil entre 1 e 10 cm de tamanho e 35 milhões estimados entre 0,1 e 1 cm.

O tempo em que objetos eram incontavelmente colocados no espaço pertence ao passado, mas as fontes de poluição permanecem e são consideráveis: podem ser acidental ou crônica, como flocos de pintura de satélites ou lançadores. Além disso, o lixo espacial representa um tipo de resíduo que é muito especial, na medida em que o número de peças aumenta, como resultado de colisões sucessivas.

A maioria dos detritos ainda não pode ser detectada e não ser pelas colisões com objetos no espaço. Estima-se que apenas objetos que medem mais de

10 cm podem ser individualmente monitorados por sistemas de observação e detecção de balística usando aparelhos ópticos e radares.

Detritos espaciais representam um risco em órbita para veículos e equipes através da ameaça de colisão. Riscos de queda na superfície não podem ser descartados no caso de reentrada de detritos não controlada na atmosfera. Além disso, o lixo espacial produz uma crescente contribuição para a poluição luminosa do espaço. A poluição eletromagnética por sua vez dificulta as observações astronômicas realizadas da superfície da Terra.

Algumas recomendações apresentadas no relatório da UNESCO para a solução destas problemáticas:

- O espaço como um fator de ampliação do conhecimento pressupõe a ausência de qualquer obstáculo para a observação do Universo por astrofísicos, especialmente a barreira criada pela poluição eletromagnética.

- O espaço deveria ser proclamado um território científico disponível para a humanidade.

Destinação dos Recursos:

- Princípios devem ser definidos. Eles devem resultar do equilíbrio a ser alcançado entre o interesse geral da humanidade e do interesse particular de diversos atores envolvidos.

- A noção de igualdade deve aplicar-se à distribuição de recursos para aliviar a competição gerada entre as diferentes áreas da pesquisa científica.

### **O espaço como instrumento**

Junto com os inconvenientes gerados pela utilização do espaço, surgem algumas vantagens inegáveis. A tecnologia espacial e suas aplicações têm fornecido um sistema formidável para a observação da Terra e de conhecimento dos efeitos globais das atividades humanas sobre o meio ambiente planetário. Desde o início da era espacial, a exploração e o aproveitamento de espaço tiveram consideráveis efeitos para a humanidade, nos níveis científico, econômico e social. Tecnologias espaciais, por meio de satélites, fornecem uma profusão de informação, o que permite ao homem, por meio da observação do planeta, compreender seu meio ambiente e a gestão de recursos naturais. Eles também o tornam capaz de assegurar comunicações extremamente rápidas, independentemente das distâncias



ou posições envolvidas. Os satélites de observação da Terra são, portanto, uma fonte cada vez mais preciosa de informação. Eles permitem o desenvolvimento da agricultura de precisão, dando aos agricultores uma série de dados sobre vários parâmetros (a natureza e composição do solo, meteorologia, práticas agrícolas, etc.) permitindo que eles aumentem seus rendimentos.

Os satélites de comunicações trouxeram aproximação aos seres humanos e facilitou o intercâmbio entre os povos. Apesar destas vantagens, o espaço tem inconvenientes e riscos, os quais devem ser levados em consideração a fim de permitir uma gestão eficaz.

Alguns dos benefícios do uso do espaço como instrumento estão relacionados e discutidos a seguir:

a) Observação da Terra e dos Fenômenos Climáticos por Satélite:

O espaço é uma fonte insubstituível de informações em campos como a previsão do tempo, prevenção e gestão de desastres naturais, o que causa a cada ano danos de bilhões de dólares e custam inúmeras vidas humanas. Técnicas de observação da Terra por satélites contribuem para a gestão dos recursos terrestres. Eles permitem também a melhoria das condições de vida e o alcance de um desenvolvimento sustentável.

Muitos fenômenos meteorológicos têm consequências diretas para a economia, e para o bom funcionamento e bem-estar da sociedade. Previsões meteorológicas são, portanto, de vital importância para as atividades humanas, particularmente na agricultura, onde permite que culturas sejam monitoradas e os recursos hídricos gerenciados de forma mais eficaz. Paralelamente, as técnicas de monitoramento espacial podem desempenhar um papel importante, permitindo um alerta a ser dado sobre furacões, tufões, ciclones e tempestades, e as consequências de desastres naturais controladas. No entanto, e aqui surge então a dimensão ética: todos os países, e mais particularmente os países em desenvolvimento, que estão fortemente expostos a desastres naturais e para os quais esse tipo de informação é vital para o seu desenvolvimento, devem ter acesso a esses dados o mais cedo possível pela aplicação do princípio da igualdade.

b) Posicionamento e Tecnologias de Navegação:

O espaço também permitiu o desenvolvimento espetacular do posicionamento encontrado em tecnologias de navegação. Os satélites podem agora guiar e determinar a posição dos barcos, aeronaves ou veículos em terra. O sistema GPS, desenvolvido para o exército americano, tem sido disponibilizado para os usuários civis e está apresentando imenso sucesso devido ao seu impacto na vida diária, fornecendo dados precisos em tempo real, que podem ser associados com outros tipos de informação. Segundo a Comissão Européia, o mercado mundial para aplicações civis do GPS, que valia menos de 1 bilhão de euros em 1994, chegou a 50 bilhões em 2005 (incluindo 10 para os setores espaciais e 40 para o setor terrestre, incluindo, em particular, a bordo dos equipamentos), e atualmente ultrapassou muito mais este valor. Devido à sua precisão, este sistema permite um controle da navegação aérea, do tráfego aéreo e obviamente da decolagem e a aterrissagem, mesmo sem visibilidade. Os sistemas e equipamentos de GPS, que estão se tornando rotineiramente bens de consumo, tem se tornado amplamente acessíveis para os países menos ricos, atingindo boa parte da população.

c) Criação de uma "Aldeia Planetária":

O rápido desenvolvimento da ciência espacial e suas tecnologias teve um impacto significativo na vida econômica, social e cultural dos seres humanos e contribuiu, reduzindo tempos e distâncias, para o estabelecimento de uma "aldeia" planetária, permitindo uma melhor articulação entre os seres humanos através da explosão de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTICs) geradas pelas atividades espaciais. Mas esta aldeia ainda carece de uma estrutura hierárquica e ainda está em fase prematura de organização social.

O surgimento de serviços multimídia, a televisão digital, televisão via satélite direto, a Internet, a Intranet e os sistemas para comunicação móvel pessoal, levaram o sonho de estabelecer relações humanas em qualquer lugar do planeta, independentemente das limitações geográficas. A interação entre os computadores, as tecnologias de comunicação e as técnicas de compressão digital trouxe o desenvolvimento de estruturas de informação sofisticadas com acesso imediato, independentemente da localização dos usuários, de modo a facilitar o intercâmbio planetário de opiniões e informações sobre temas econômicos, sociais e culturais.

Estas novas tecnologias de informação e comunicação oferecem a possibilidade de expressão das diferentes identidades culturais, dando acesso para as comunidades de imigrantes às mensagens culturais de sua comunidade de origem. Além disso, este instrumento de comunicação está se tornando uma ferramenta personalizada. A esse respeito, as tecnologias espaciais podem favorecer a manutenção das identidades culturais e da preservação das suas diversidades; essas tecnologias também podem gerar o aparecimento de novas identidades, que devem ser combinadas com as atuais a fim de manter o equilíbrio necessário para a convivência de diferentes culturas.

À margem deste fenômeno, as novas tecnologias de informação e comunicação permitem o desenvolvimento de fóruns de comunicação que reúnem os indivíduos interessados em uma determinada discussão, independentemente da distância que os separa fisicamente. No campo da ciência e tecnologias espaciais, esses fóruns, que são espaços de liberdade, comunicação, e informação, são particularmente importantes para garantir um diálogo genuíno. Tais fóruns só podem ser eficazes se forem regularmente atualizados e liderados por pessoas qualificadas.

A exploração do espaço também traz uma série de riscos decorrentes das técnicas utilizadas e suas aplicações. Vejamos alguns deles.

#### a) O Uso de Fontes de Energia Nuclear:

Na década de 1960, os Estados Unidos da América e a União Soviética enviaram para o espaço objetos que continham reatores nucleares destinados a gerar a energia necessária para o seu funcionamento. No momento, vários veículos espaciais com reatores nucleares estão em órbita. Como hoje a humanidade explora o Universo mais profundamente, a necessidade de desenvolver permanentes sistemas de controle de potência está se tornando cada vez mais urgente. É por isso que a utilização de energia nuclear no espaço exterior parece inevitável no estado atual do nosso conhecimento. O uso da energia nuclear para missões no espaço interplanetário foi o objeto da Resolução 47/68 aprovada pela Assembléia Geral da ONU em 14 de Dezembro de 1992, intitulada "Princípios para o Uso de Fontes de Energia Nuclear no Espaço". Mas a verdade é que a utilização de tais fontes de energia, embora permitida, é controversa devido aos riscos incorridos para o planeta Terra durante o lançamento ou retorno dos veículos espaciais e em termos do

potencial de danos ao ambiente espacial. A este respeito, a queda em 1978 do satélite Cosmos 954 com resíduos radioativos criou uma consciência dos riscos envolvidos. Chegou a hora de perguntarmos se a energia nuclear é a única alternativa viável e se não há uma outra fonte de energia com menor risco, o que atrairia um maior apoio da opinião pública.

#### b) Vigilância Eletrônica:

Entre os riscos derivados da utilização da tecnologia espacial, as associadas com vigilância eletrônica são particularmente inquietantes porque elas podem invadir as liberdades individuais. Os hardwares carregados nos computadores dos satélites permitem interatividade, trocas rápidas e planetárias de informações através da interconectividade. Em segundo lugar, a eficiência dos sistemas de informação permitem que os dados digitalizados sejam coletados, classificados, processados, recombinaados e divulgados. O suporte computacional também produz o processamento e transmissão de dados virtual e anonimamente. Estas funções realizadas pelos hardwares dos computadores a bordo de satélites podem ser particularmente intrusivas. Elas tornam a vigilância eletrônica planetária possível em pelo menos três domínios: comunicação por meio de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC), posicionamento de veículos através do sistema de navegação global por satélite (SNGS) e observação da Terra por meio de imagens de alta resolução.

#### c) Invasão das Liberdades Individuais:

O desenvolvimento da vigilância eletrônica está tornando o problema da invasão da liberdade individual cada vez mais acentuado. Assim, o uso da tecnologia espacial permite comunicações privadas por telefone, fax e correio eletrônico passíveis de serem interceptadas. Ela também permite que os padrões de comportamento dos indivíduos sejam identificados através das operações realizadas por eles com seus cartões de banco, a fim de localizar, por meio de um sistema de posicionamento, não apenas as comunicações entre os telefones celulares, mas, também a posição dos veículos. Sistemas de posicionamento por satélite, como o Sistema Global de Posicionamento por Satélite (GPS) dos EUA ou o Sistema

Mundial de Navegação por Satélite (GLONASS) da Federação Russa, permitem a posição de objetos em movimento em terra, ar ou mar, sendo determinada com altíssima precisão. Em alguns casos, a posição dos indivíduos pode ser detectada sem o seu conhecimento. Estas técnicas, que foram formalmente do domínio militar por si só, estão agora ao alcance de qualquer um que tenha os recursos técnicos necessários e seu uso inadequado é susceptível de retirar as liberdades individuais.

d) Invasão da Identidade e Diversidade Cultural:

O uso inadequado das tecnologias espaciais pode ter um impacto considerável não apenas na vida social e nas liberdades individuais, mas também sobre a identidade e da diversidade cultural. A relação existente entre as tecnologias espaciais e a diversidade das culturas também acarreta alguns riscos para esta última. Devido à sua natureza planetária, os recursos espaciais contribuem para uma a globalização da cultura e, portanto, para a padronização dos meios de expressão. Tal globalização pode, no futuro, levar a uma grande padronização do comportamento dos povos, das línguas, culturas e, conseqüentemente, para o desaparecimento da diversidade cultural que é uma parte inestimável do nosso patrimônio. Algumas sociedades mais vulneráveis podem, então, serem vítimas de uma forma perversa de alienação cultural. Os problemas que surgem nesta área podem ser sintetizados por uma única pergunta: como pode a difusão das tecnologias de informação em todo o mundo ser assegurada de modo a permitir as melhores possibilidades de comunicação e ainda garantir a personalização da comunicação e respeito às identidades culturais?

e) Aceitabilidade das mensagens transmitidas pelo NTIC:

Juntamente com o problema da diversidade cultural, surge a questão da aceitabilidade das mensagens, que podem circular por todos os países via instrumentos como satélites e NTICs, sem considerar as fronteiras geográficas e políticas. No entanto, a aceitabilidade das mensagens permanece relativa, na medida em que só pode ser julgada com referência a um sistema de valores que varia de um país ou cultura para outro. Mensagens tais como apologias a violência, pedofilia ou pornografia, podem perfeitamente serem inaceitáveis, mas o seu

controle ou supervisão não é fácil e leva a questões mais gerais do direito de acesso individual à informação e a questões sobre os regulamentos morais individuais ou coletivos.

As seguintes recomendações são citadas no relatório para a solução destas problemáticas:

Limitação da poluição gerada pelas atividades espaciais: lixo espacial

- Tendo em vista a limitação da poluição produzida pelas atividades espaciais, medidas preventivas referentes aos detritos espaciais devem ser definidas e impostas uniformemente em todos os usuários da tecnologia espacial para evitar os riscos.

- Essas medidas preventivas devem ser inseridas no direito internacional.

- A elaboração de um instrumento jurídico internacional é uma questão de prioridade.

- A noção de detritos espaciais deve ser objeto de definição detalhada.

- A criação de pressupostos éticos e jurídicos pressupõe o desenvolvimento de uma melhor interação entre cientistas, advogados e comitês de ética.

O acesso a dados:

- Os dados ambientais devem ser disponibilizados para os países em desenvolvimento. Permitir-lhes este acesso é uma característica vital para seus desenvolvimentos.

- A legislação deve ser desenvolvida para regulamentar o acesso e uso de dados processado por satélites.

- No caso de catástrofes naturais, a circulação rápida e quase livre da informação deve ser possível sem referência a outras atividades mais comerciais, por analogia com o procedimento em meteorologia, onde, apesar dos dados meteorológicos terem um valor comercial, os diferentes serviços de previsão do tempo são mundialmente intercambiados numa base diária de dados de observação global sobre o meio ambiente terrestre.

### Espaço e Meio Ambiente:

- A curto prazo, a tecnologia espacial deve viabilizar um sistema de gestão global do meio ambiente.
- O estabelecimento de uma fonte permanente de conhecimento baseado em observações do ambiente planetário deverá ser o objetivo mais importante para as nações espaciais.
- A longo prazo, a intervenção da tecnologia espacial pode ajudar a livrar a superfície da Terra dos resíduos materiais mais perigosos gerados pela atividade humana, particularmente resíduos nucleares, colocando este material em uma órbita circunsolar, onde a capacidade de armazenamento é ilimitada. No entanto, isso implica na obtenção de condições de máxima segurança, que minimizem os riscos para o nosso planeta.

### Proteção das Liberdades Públicas e Identidades Culturais:

- Os satélites de radiodifusão devem ser suficientemente diversos para permitir que as minorias culturais possam se expressar, alcançando as respectivas populações onde quer que estejam.
- Um equilíbrio deve ser atingido entre a manutenção das identidades culturais existentes e o aparecimento de novas identidades criadas por fóruns eletrônicos.
- Temos de nos certificar de que o fenômeno da globalização não leva a uma padronização das culturas.
- Essa circulação das tecnologias da informação a nível mundial deve garantir respeito às identidades culturais e à liberdade de expressão.

### Vigilância Eletrônica:

- A partir do momento em que a vigilância eletrônica é inevitável, a gestão e o controle de dados devem ser regulados ao mesmo tempo em que deve proteger a confidencialidade das informações e indivíduos.
- A legislação sobre o acesso e uso dos dados processados por satélites deve ser desenvolvida.

- As técnicas de comunicação espacial não podem ser utilizadas para permitir a circulação de mensagens subversivas ou relacionadas a atividades ilícitas.

#### Exploração Comercial e Industrial de espaço:

- O uso de dados oriundos do desenvolvimento das capacidades de previsão deve ser gerido de forma que as desigualdades entre nações não se ampliem e que não se permita surgir práticas econômicas coercitivas.

- É essencial evitar a adoção de uma atitude de reprovação para uso comercial e industrial de espaço. Enquanto fundos privados forem usados, uma lógica comercial é justificada.

- A questão das práticas comerciais deve ser considerada no quadro de discussões comerciais entre os países e no Mundo do Comércio (OMC – Organização Mundial do Comércio).

#### Aquisição e Proteção de Dados Espaciais:

- Para beneficiar com mesmos direitos e oportunidades, todos os países devem ter o acesso aos dados espaciais; ao menos uma distinção em relação ao custo de acesso a dados pode ser feita em função do uso que os países pretendem fazer com eles.

- Uma distinção pode ser feita entre três tipos de dados produzidos por missões espaciais:

- dados de carácter científico, que pertencem à esfera da investigação fundamental e devem ser acessíveis a pesquisadores, pessoal universitário e escolar em cada país.

- dados ambientais, que devem ser colocados à disposição dos países menos favorecidos para os quais o acesso a esses dados é uma grande contribuição e um fator de desenvolvimento equilibrado. A este respeito, a prática seguida pela EUMETSAT para países não membros, que são cobrados a pagarem pelos dados se eles forem ricos, mas tem acesso gratuito os mais pobres, também poderiam ser aplicáveis aos dados ambientais. EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) é uma organização intergovernamental criada por uma convenção internacional que possui 26 países europeus como membros. O objetivo principal da EUMETSAT é estabelecer, manter



e explorar os sistemas operacionais europeus de satélites meteorológicos. A EUMETSAT é responsável pelo lançamento e operação dos satélites e pela entrega de dados aos usuários finais, contribui também para a monitorização operacional do clima e a detecção de mudanças climáticas globais. As atividades da EUMETSAT contribuem para um sistema global de observação por satélites meteorológicos, coordenadas em conjunto com outras nações.

- dados comerciais, que no sentido estrito do termo (telecomunicações), e que podem sozinhos ser governados por uma rigorosa lógica comercial.

- Embora o espaço exterior seja um o território comum da humanidade, as tecnologias espaciais desenvolvidas devem ter a proteção da propriedade intelectual asseguradas.

- A oportunidade de elaboração do direito Europeu ou Internacional sobre as questões do espaço deve ser considerada, particularmente no domínio da proteção da propriedade intelectual dos equipamentos de bordo que atualmente é regida pelas disposições jurídicas de um único país.

### **O Espaço Como Uma Percepção**

O espaço como uma percepção se refere à imagem do espaço exterior e tudo aquilo que se relaciona com ele na opinião pública. As conotações emocionais da conquista do espaço devem ser desconsideradas e a atenção focada no papel dos meios de comunicação e dos representantes políticos que estão em contato com a opinião pública.

- Escapando o contexto emocional

Por centenas de anos, os céus foram uma fonte de mitos: o homem projetou sua imagem como em um espelho e imaginava nos céus a presença de deuses com formas humanas. Mas hoje esse espelho foi de uma certa forma destruído em boa parte da civilização, embora muitas culturas carreguem tais concepções. Na medida em que o espaço agora se tornou acessível para os seres humanos, a percepção do espaço passou de mito a sonho e em seguida do sonho à

realidade. Neste contexto, a percepção do espaço atualmente tem uma alta carga emocional.

O contexto emocional em que a exploração do espaço se situa tem reconhecidamente um aspecto positivo na medida em que ele estimula uma forma construtiva e mobilizadora da imaginação. Mas também pode dar origem a medos infundados alimentados por uma desinformação produzida pela mídia. Portanto, devemos fugir deste contexto emocional utilizando uma análise racional, objetiva, independente, transparente e completa dos benefícios e também dos riscos gerados pelas atividades espaciais. A análise desta situação deve ser a mais compreensível possível, sem deixar detalhes obscuros e mal esclarecidos.

- Papel da Mídia:

Os meios de comunicação têm um papel importante a desempenhar na transmissão de informações, mas eles não devem apropriar-se do direito exclusivo de comunicação. Outra armadilha a evitar é a apropriação de explicações por cientistas. Os cientistas devem intervir para dar explicações em uma língua, o que é suficientemente acessível para ser compreendido por opinião pública e evitar mal-entendidos e dúvidas. A fim de partilhar conhecimento, é necessária uma abordagem interativa que envolve tanto a mídia e o mundo científico confrontado com as preocupações da opinião pública.

- Interação entre especialistas, políticos e cidadãos:

Como disse anteriormente, uma interação entre especialistas, políticos e cidadãos deve ser organizada. O debate decorrente da abordagem ética para as opções tecnológicas da política espacial leva a um diálogo necessário entre essas três categorias.

Qual a estratégia de comunicação com a opinião pública?

A abordagem ética se baseia em uma estratégia de comunicação com a opinião pública. Esta estratégia visa passar de um contexto emocional para o racional, com uma análise objetiva, independente e detalhada, levando a uma

explicação que tenha credibilidade. O compartilhamento de conhecimentos que surge desta abordagem revela o pacto que deve existir entre cientistas, que são os artesãos do conhecimento e suas especificidades, e os especialistas que têm a capacidade de explicar a ciência e tecnologia. A função do "mediador científico" surge na interface entre o mundo dos cientistas e dos especialistas.

A comunicação adequada é fundamentada sobre a precisão das informações sem colocar em jogo a credulidade de indivíduos ou populações e concentrada em um esforço de educação, que deve ser assegurado primeiro na escola e depois ao longo da vida. Esta formação inicial deve permitir a aquisição de uma cultura científica básica, permitindo que o cidadão compreenda a informação apresentada a ele. Quanto mais elevado for o nível educacional do cidadão, menos inclinado ele estará a aceitar sua desinformação. A este respeito, o ensino assume particular importância porque deve levar a uma formação ativa e interativa, com vistas a um processo compartilhado de descoberta e compreensão. A prática destinada a levar a uma compreensão dos fatos resulta em uma "pedagogia de mediação" a serviço dos objetivos da política espacial.

A comunicação responsável baseia-se no direito à informação precisa, o que pode reconhecidamente ter incertezas, mas não deve esconder os riscos reais e potenciais. Devemos desmitificar o problema de risco destacando a diferença entre o risco potencial e certos danos, de modo a evitar reações de pânico. Além disso, o público deve ser mantido informado dos riscos reais. Isso só pode ser feito por meio de uma estratégia de antecipação fundada na explicação dos objetivos e identificação de riscos. O risco é inerente a toda atividade humana e risco zero não existe. É por isso que uma gestão de riscos prospectiva e organizada é a única maneira de evitar rumores, medos e descrédito.

Finalmente, as recomendações do relatório para solucionar estas problemáticas são:

#### Gestão de Riscos:

- Correndo o risco de prejudicar o desenvolvimento imediato da indústria espacial, não podemos nos dar ao luxo de esperar que aconteçam danos antes de colocar limites ao uso do conhecimento: deve ser adotada uma política de desenvolvimento a longo prazo, com base em um princípio de precaução.

- A gestão de riscos em relação à sociedade implica não só na provisão para a natureza subjetiva do risco, mas também na sua desmitificação, mantendo o

público informado sobre os riscos reais, estabelecendo um diálogo claro e transparente entre a sociedade e os diferentes atores que participam das atividades espaciais, evitar obscuridade das informações.

- Organismos supranacionais devem ser identificados com autoridade para propor regras de gestão de riscos equilibrados e assegurar a aplicação efetiva de monitoramento, particularmente para a proteção do meio ambiente espacial.

- Este gerenciamento de riscos também deve ser traduzido em termos legais, ao mesmo tempo, no entanto, evitar o risco do excesso de regulamentação. A opinião pública deve ser assegurada, salientando a noção de responsabilidade, o que deve ser aplicado nesta área.

Comunicação:

- Uma ética das informações sobre os aspectos da exploração espacial deve ser desenvolvida na mídia.

- Uma formação científica adequada deve ser fornecida aos jornalistas para evitar qualquer informação equivocada. Sendo assim, as agências espaciais podem ter um papel pedagógico em relação à mídia.

- Seria desejável fornecer ao público em geral as melhores informações sobre as atividades espaciais. Boa informação para o público pode ajudar a legitimar a exploração do espaço.

- Informação por si só não é suficiente. A opinião pública deve ser capaz de entender. Por isso, uma cultura de base científica adequada deve ser criada para permitir que o público em geral possa compreender os objetivos e desafios, bem como os riscos da exploração espacial.

- Programas de formação de formadores, professores e mediadores científicos devem ser elaborados e assegurados por instituições internacionais especializadas.

- Melhor compreensão e apoio por parte do público pode ser desenvolvido por meio de debates públicos ou fóruns híbridos reunindo especialistas, cientistas e cidadãos.

- Todos esses esforços de comunicação devem levar ao desenvolvimento de uma cultura "Espacial", baseada na formação em mediação, algo que tornou-se imperativo hoje em dia.

### **3.1 Levantamento e breve análise de alguns cursos de formação continuada em astronomia**

Um breve levantamento realizado pelo pesquisador, sobre diversos cursos de astronomia em vigor atualmente no Brasil, está listado a seguir. Alguns são considerados pelos autores e organizadores como curso de extensão, outros de formação continuada e outros livres. Colocamos as informações tal como apresentadas pelas fontes, referenciadas junto a cada ementa dos cursos. Citamos aqui aqueles cursos que tivemos acesso ao seu programa na íntegra e não nos preocupamos com critérios de escolha. Também não é intenção realizar um levantamento total destes cursos. Apenas citamos alguns representativos para justificar a análise feita.

#### **XIV Curso de Introdução à Astronomia e Astrofísica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Homologado pela Secretaria Estadual de Educação de São Paulo – 40 horas (INPE, 2012)**

##### **PROGRAMA DO CURSO DE EXTENSÃO EM ASTRONOMIA – INPE 2012**

**Astronomia no dia-a-dia:** Nascimento da Astronomia; Percepção e contagem do tempo; Dias e Noites; Estações do Ano; Fases da Lua; Eclipses da Lua e do Sol; Marés dos oceanos.

**Astrofísica Observacional:** Espectro eletromagnético; Efeito da atmosfera terrestre na observação dos astros; Telescópios e detectores.

**Sistema Solar:** Introdução Histórica; Sol, planetas e corpos menores; Dinâmica e Formação; Outros Sistemas Planetários

**O Sol:** Estrutura do Sol; Atividade Solar; Explosões Solares;

**Estrelas:** Cor e brilho das estrelas; Interiores estelares; Geração de energia nuclear; Nascimento, vida e morte das estrelas;

**Estágios Finais de Estrelas:** Anãs Brancas; Estrelas de Nêutrons; Buracos Negros;

**Formação de Estrelas:** Regiões de formação de estrelas; Como nascem as estrelas; Interação com o meio circundante;

**Galáxias/Cosmologia:** Introdução histórica; Galáxias: a nossa vizinhança cósmica; A escala de distância cosmológica; O Universo em que vivemos; Suporte observacional do Big Bang; Futuro do Universo.

**Pesquisa e Pós-Graduação em Astrofísica no INPE:** Meio Interplanetário e física solar; Estrelas; Pulsares e Buracos Negros; Galáxias; Raios Cósmicos; Cosmologia; Instrumentação Utilizada.

**OBJETIVO:**

Introduzir conceitos fundamentais das diversas áreas da Astronomia e Astrofísica, bem como apresentar a atuação científica da Divisão de Astrofísica do INPE e seu Curso de Pós-graduação em Astrofísica aos educadores e estudantes universitários de graduação.

**PÚBLICO ALVO:**

Professores do ensino fundamental e médio ligados à área de ciências em especial física, química, matemática e geografia, assim como estudantes universitários a partir do segundo ano de graduação de áreas afins.”

Observamos nitidamente uma forte intensão da instituição em contribuir com a formação de professores em astronomia, enfatizando neste curso a transmissão de conteúdos e as práticas de oficinas que contribuem com este objetivo. Porém, não percebemos a partir da análise do programa, uma vinculação dos temas e conceitos com aspectos sociais, econômicos e políticos da área. Diversos outros cursos são citados aqui como exemplos do mesmo aspecto de tratamento técnico da astronomia:

**CURSO DE CAPACITAÇÃO EM ENSINO DE ASTRONOMIA - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA CAMPUS DE JOÃO PESSOA. Edital nº 01 de 01/02/2013 – Disponível em: <http://www.ifpb.edu.br/nepa/cursos/curso-de-astronomia-basica-para-professores-do-fundamental/EDITAL%20DO%20CURSO%20DE%20CAPACITACaO.pdf/view> Acessado em [28/02/2013](#) - 40 vagas na modalidade à distância.**

**Ementa:**

Capítulo 1 – Unidades em astronomia

Capítulo 2 – Movimento de corpos celestes e movimentos aparentes

Capítulo 3 – Esfera celeste e o atlas das estrelas

Capítulo 4 – Breve história da astronomia

Capítulo 5 – Telescópios e ondas eletromagnéticas

Capítulo 6 – O sistema solar e a Terra

Capítulo 7 – A Lua e os eclipses

Capítulo 8 – Planetas telúricos ou terrenos

Capítulo 9 – Planetas gigantes

Capítulo 10 – Pequenos objetos no sistema solar

Capítulo 11 – O Sol

Capítulo 12 – Propriedades gerais de estrelas

Capítulo 13 – Estrelas duplas, variabilidade de estrelas, aglomerados e nebulosas

Capítulo 14 – Nascimento de estrelas

Capítulo 15 – Morte de estrelas menos massivas

Capítulo 16 – Morte de estrelas massivas

Capítulo 17 – Buracos negros

Capítulo 18 – Galáxias

Capítulo 19 – Cosmologia

Capítulo 20 – Observações do céu

Mantivemos as informações tal como apresentadas no edital deste programa. Este curso tem como objetivo capacitar os professores do ensino fundamental em Ensino de Astronomia (como parte integrante da disciplina de Ciências), por meio do desenvolvimento de novas estratégias e metodologias interdisciplinares que utilizam novas tecnologias e atividades de pesquisas adequadas ao atual contexto educacional. Propõe-se, ainda, à apresentação de formas de relacionamentos do ensino de Astronomia com outras áreas de ensino de ciências. Porém, não encontramos vinculação entre ciência e sociedade, a não ser no capítulo 2, cujo tema é a história da astronomia. Consideramos o tempo dedicado a este tópico relativamente pequeno, visto que são tratados dois capítulos a cada semana conforme o edital. Portanto, trata-se de um curso essencialmente conteudista, que visa abordar tópicos de astronomia segmentados em capítulos. Reforçamos o fato que esta abordagem tem sua importância e seu lugar.

Outro curso oferecido pela UNESP/BAURU em 2012 possui o seguinte conteúdo programático:

Fundamentos da Astronomia  
Noções de calendário  
Fenômenos astronômicos (dia/noite, estações do ano, fases da Lua, etc)  
Sistemas de referência astronômica  
Instrumentos astronômicos  
Galáxias  
História da Astronomia  
Sistema Solar  
Reconhecimento do céu  
Divulgação científica

Neste curso, é possível que seja feita uma abordagem da ciência com relação à sociedade, por exemplo, ao tratar de calendários e divulgação científica. No entanto, isto não está explícito na ementa, podendo estar diluído no programa. Desta forma, a ementa apresentada sugere um caráter mais conceitual na abordagem dos temas.

**Curso de Extensão – Iniciação à Astronomia – UFMG (Instituto de Ciências Exatas - Observatório Astronômico Frei Rosário)** em <http://www.observatorio.ufmg.br/cursoa04.htm>

## EMENTA

O Sistema Solar: Sol; Planetas; Luas; Cometas e Asteróides.

Missões Espaciais; A Conquista de Marte.

Telescópios: Sistemas Ópticos e Montagens; Teoria e Prática de Observação.

O Céu que vemos: o movimento das estrelas, Lua e planetas no céu; reconhecimento dos astros; o uso de cartas celestes.

Evolução Estelar; A Nossa Galáxia; A Estrutura do Universo; Cosmologia; A Expansão do Universo; Matéria Escura e Energia Escura; O Telescópio Espacial Hubble; Vida no Universo; O Fim da Humanidade.



Como este é um curso voltado para o público em geral, não existe nele a preocupação com formação continuada de professores. Apesar disto, o tópico Missões Espaciais sugere uma preocupação do responsável com a divulgação dos atuais progressos na área, mesmo que não cite explicitamente as implicações destas missões na sociedade.

**Curso de Extensão – Introdução à Astronomia – USP/IAG (Instituto Astronômico e Geofísico de São Paulo – Departamento de Astronomia) em [http://www.astro.iag.usp.br/eventos/introducao\\_aa\\_2012.htm](http://www.astro.iag.usp.br/eventos/introducao_aa_2012.htm)**

Ferramentas do Astrônomo  
Sistema Solar  
Meteorologia  
Dinâmica de Sistemas Planetários e Exoplanetas  
O Sol  
Estrelas  
Evolução Estelar  
A Galáxia  
Outras Galáxias  
Cosmologia  
Pós-graduação em Astronomia  
Vida no Universo  
Meios Interestelar  
Astrometria

Este curso é de curta duração (cinco dias) e é formado por um conjunto de apresentações realizadas pelos diversos especialistas renomados deste instituto. Particularmente, tivemos a oportunidade de participar de dois cursos oferecidos por este instituto no ano de 1995, um voltado para acadêmicos da área de humanas intitulado “Astronomia: Uma Visão Geral” e outro para os da área de exatas, “Introdução à Astronomia”. Este curso contribuiu fortemente para nossa formação, embora não tenhamos observado a presença da abordagem CTSA.

Incluímos aqui o curso oferecido pelo pesquisador no Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora em seu modelo inicial elaborado em 2008,

bem anterior à nova proposta com ênfase CTSA. Esta ementa já não se encontra mais disponível na internet.

### **Curso de Astronomia para Professores do Ensino Fundamental**

Astronomia no Dia-a-dia;

Astronomia Observacional;

O Sistema Solar;

O Sol;

As Estrelas;

As Galáxias;

Cosmologia;

Formação de Estrelas.

Práticas de observação ao telescópio, reconhecimento do céu, oficinas de construção de maquetes, lunetas, relógios de sol, entre outras.

### **3.2 A busca por questões sociocientíficas na astronomia**

"Toda nova atividade humana – que cria interesses e que, por conseguinte, pode gerar controvérsias – deve encontrar sua regulamentação jurídica equitativa e racional, sob pena de confusão e anarquia." Embaixador Ambrosini, da Itália, perante a Comissão Política ONU, em 12/11/1958.

Objeto de frequentes pesquisas no Brasil há alguns anos, o ensino de astronomia enfrenta diversos problemas que carecem de estudos para melhorar a formação dos seus docentes, principalmente nas escolas de nível fundamental, médio (LANGHI, 2004) e também superior. Embora, atualmente, já se evidencie “o aumento da somatória de esforços isolados (...), numa tentativa de conquistar um espaço cada vez maior para a divulgação da Astronomia” (LANGHI, 2004), percebe-se, ainda, uma tímida presença nas instituições de ensino e de formação de docentes.

Em 2008, com a criação do Curso de Astronomia para Professores do Ensino Básico, através do Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), evidenciou-se a necessidade de estender seus objetivos para além dos

conteúdos fundamentais de astronomia ou das dúvidas provenientes dos livros didáticos de ciências, de forma a atender aos anseios dos professores participantes. Tal ênfase diferenciada pode ser encontrada nas abordagens dos currículos de ciências na área de CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), cujo objetivo central é preparar os alunos para o exercício da cidadania a fim de abordarem os conteúdos em seu contexto social. Essa mudança de perspectiva no curso tornou-se nosso tema de pesquisa de doutorado, cujo aprimoramento tem-se pautado pelas discussões promovidas entre os professores sobre seus projetos nas escolas.

Alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é, hoje, uma necessidade do mundo contemporâneo (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como aquelas promovidas de forma banal pela mídia, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (FOUREZ, 1995). Essa tem sido a principal proposição dos currículos com ênfase em CTSA. Se é verdade que este será o século do espaço, com a fixação humana na Lua, a viagem a Marte e o conhecimento ainda mais profundo do Universo, cabe também assinalar, como fizera José Eli da Veiga, professor de Economia e Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo, que a “ideia de desenvolvimento está no cerne da visão de mundo que prevalece em nossa época” e que o território cósmico “procura vincular estreitamente a temática do crescimento econômico com a do meio ambiente” (MONSERRAT FILHO, 2007).

Dessa forma, será apresentado neste item o levantamento de algumas questões que podem suscitar discussões e debates em torno das tecnologias e pesquisas espaciais, bem como suas implicações na sociedade, na política, na economia, na ética do comportamento humano e em suas respectivas culturas.

### **3.2.1 Astronomia e a ênfase CTSA**

Uma participação qualificada dos sujeitos na compreensão do mundo só é possível se os educadores entendem que a educação é um ato político. Segundo Freire (1989), não existe educação neutra ou ingênua, e é impossível que o processo de formação do cidadão consciente não envolva a formação de pensamento crítico. Essas ideias deveriam nortear, de alguma forma, o estudo,

clarificando e reforçando a concepção de ensino de ciências como cultura e retomando o processo de politização dos alunos para os posicionamentos referentes aos temas sociais, científicos, tecnológicos e ambientais.

No Brasil, esses trabalhos começaram a surgir na década de 1970 (KRASILCHIK, 1987), evoluindo, desde então. Segundo Hofstein et al (1988), CTSA pode ser caracterizado como o ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram, nas suas experiências do dia-a-dia, o conhecimento científico, a tecnologia e o mundo social. A proposta curricular de CTSA, cujos conteúdos científicos e tecnológicos seriam estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócioeconômicos, corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica, social e ambiental (LÓPEZ e CERESO, 1996).

De caráter multidisciplinar (SOLOMON, 1993), os conteúdos dos currículos de CTSA abordam conceitos sempre em uma perspectiva relacional, evidenciando as diferentes dimensões do conhecimento estudado, sobretudo, as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesses currículos, procura-se evidenciar, além dos contextos social, cultural e ambiental em que se situam a ciência e a tecnologia, a forma como a condução e o conteúdo destas são influenciados pelos mesmos, senão ainda os efeitos recíprocos e as interrelações que variam no tempo e no espaço (RAMSEY, 1993).

Atualmente, embora existam muitos trabalhos relacionados ao ensino com ênfase em CTSA no Brasil, evidenciando um bom desenvolvimento nessa área, os trabalhos a respeito desta ênfase em astronomia são, ainda, bastante escassos. Procuraremos, por isso, a partir deste trabalho, buscar um embasamento que sustente tal perspectiva na astronomia, com o objetivo de contribuir para esse novo assunto.

Vale questionar até que ponto o ensino da astronomia oferecido pelo Sistema de Educação Básica permite aos alunos uma reflexão mais profunda sobre os seguintes aspectos: os problemas envolvendo fenômenos e objetos celestes; a forma como o estudo e o conhecimento dos mesmos permitiram avanços tecnológicos para a sociedade; a abordagem das relações entre sociedade e ciência e os impactos que as tecnologias desenvolvidas representam para ambas e para o meio ambiente. Conforme Carvalho (1995):

“O caráter excessivamente informativo do ensino convencional evidencia que ele está prestando à manutenção de determinada ideia de autoridade da ciência entre os alunos, que na prática funciona como elemento de alienação, uma vez que instâncias da vida social, como a política e a econômica, utilizam tal autoridade como meio de conquista de poder.” (Carvalho, 1995, p.7).

Loureda e Araújo (2008) colocam que no mundo atual com cerca de 6,6 bilhões de habitantes, boa parte deles alienados, dominados por políticos e pela mídia, é interessante perguntar qual a importância da educação, visto que o objetivo principal de um jovem é ter dinheiro e poder, não morrer de fome e manter as necessidades básicas de sobrevivência. Coloca ainda que a alfabetização é definida como a capacidade de produzir e compreender conhecimento, envolvendo novas formas de uso do poder da linguagem, favorecendo a socialização da população e possibilitando novos tipos de comunicação e acesso à cultura. Apesar de ser um fator propulsor do exercício da cidadania e desenvolvimento da sociedade

“A educação focada para a geração de pessoal para ciência e tecnologia é visionária do ponto de vista estratégico, já que está diretamente ligada ao desenvolvimento da sociedade, desde os aspectos mais triviais até as áreas de High-Technology e à economia e soberania de um país, diante do fato em que os países desenvolvidos tecnologicamente são também os mais ricos e influentes”. (Loureda e Araújo, 2008, p. 68).

Este autor apresenta algumas ferramentas para a educação aeroespacial, entendendo ser este um meio alternativo ou complementar de ensino para o desenvolvimento individual dos cidadãos e para o futuro tecnológico brasileiro. Entendemos que o termo “aeroespacial” é muitas vezes usado de forma equivocada, pois considera a área de aeronáutica e espaço como sendo de mesma instância. Atualmente temos bem definidas estas áreas, inclusive do ponto de vista legislativo. Este autor informa que já existem iniciativas governamentais para viabilizar o trabalho dos professores com seus alunos nesta área, como o Observatório Nacional (ON) com seu portal “Brincando com Ciência”, a Agência Espacial Brasileira (AEB) com seu programa AEB Escola com o objetivo de divulgar

o Programa Espacial Brasileiro nas escolas de ensino fundamental e médio do país e a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBAA).

### **3.2.2 Temas potenciais para o desenvolvimento de questões sociocientíficas em astronomia**

A ciência astronômica, em particular a astronáutica, costuma ser alvo de fortes ataques. Utilizações incorretas e efeitos secundários indesejados da tecnologia têm desencadeado fortes reações da sociedade. Na história da exploração espacial, desastres como no lançamento de ônibus espaciais nos Estados Unidos e de foguetes lançadores de satélites no Brasil, bem como imprevistos em experiências a bordo de estações em órbita e durante missões à Lua produzem um impacto muito intenso no meio social. Isso provoca restrições ao financiamento e à investigação científica, levando a população a perder a confiança nas potencialidades da ciência (REIS, 2009). Além disso, o desconhecimento por parte dos indivíduos em relação ao funcionamento da ciência faz com que eles associem as controvérsias científicas (algo intrínseco dessa área) como uma debilidade, afetando ainda mais sua credibilidade.

Como as controvérsias são produzidas por questões cujo julgamento envolve juízo de valores, não basta apenas a racionalidade, os fatos e os dados para resolvê-las. Principalmente em se tratando de controvérsias sociocientíficas, que envolvem uma dimensão moral e ética. Sabe-se que é necessário o envolvimento dos alunos na discussão sobre essas polêmicas, permitindo, assim, que eles compreendam as propostas científicas, seu contexto social e político e seu impacto no público em geral, bem como os interesses, preocupações e motivações para os projetos.

Pode-se dizer que é possível trabalhar um currículo de astronomia num curso de formação continuada de professores com ênfase em CTSA, buscando formar uma consciência mais crítica dos professores, numa perspectiva sociocientífica. Para isso, será enumerada uma série de questões controversas na área, a maioria delas desconhecidas dos participantes do curso, podendo-se direcionar algumas discussões relevantes em sala de aula, além de problematizar o assunto relacionando-o às questões sociais, científicas, tecnológicas e ambientais. A

ideia é encontrar argumentos econômicos, utilitários, culturais, democráticos e morais para orientar a educação científica.

Embora a área do Direito Espacial, em particular, do Direito Espacial Internacional, em cujo âmbito entrelaçam-se, permanentemente, aspectos jurídicos e políticos, tais questões sejam frequentemente buscadas, no Brasil, ainda não é significativamente desenvolvida. Segundo Monserrat Filho (2007),

“O Direito Espacial, como qualquer outro ramo do Direito, é o caminho dos acordos e leis para se estabelecer um Estado de Direito – de preferência, justo, democrático, seguro e previsível, a serviço de toda a espécie humana, e não apenas de alguns grupos. Foi criado para ordenar as atividades espaciais”. (Monserrat Filho, 2007, p.15)

As controvérsias surgem, portanto, nas discussões que envolvem a regulamentação das leis que regem o uso do espaço e de suas tecnologias. Alguns conceitos centrais do direito espacial despontam da falta de definição, possibilitando o desenvolvimento de enriquecedores debates quais sejam: significado de objeto espacial bem como suas peculiaridades, diferenças e variedades; entulho proveniente de foguetes, sondas, estações, naves e satélites como objeto espacial; significado de lixo espacial; a poluição do espaço, um ato em princípio interdito; significado de atividade espacial, além de lugar, tempo e modo como ela termina; significado de espaço cósmico ou exterior, por onde passa a linha divisória entre o espaço aéreo, sujeito à soberania dos Estados subjacentes, e o espaço exterior, que não pode estar sujeito a nenhuma soberania; possibilidade de patenteamento de uma posição orbital junto com o satélite criado para nela se mover, já que toda órbita, como parte integrante do espaço exterior, é “inapropriável”; possibilidade de se leiloar às empresas do país ao qual estaria consignada para uso temporal ou de se leiloar internacionalmente. (MONSERRAT FILHO, 2007).

## EIXOS DE DISCUSSÃO E DEBATE

- O espaço e o desenvolvimento das nações

“Como imaginar o avanço de toda a humanidade, sem o desenvolvimento nacional de cada país?”

Peter Lee

Atualmente, o desenvolvimento de qualquer nação está intimamente relacionado às atividades espaciais. Basta citar alguns serviços que, de tão banalizados hoje em dia, passam despercebidos e não são notados pela maioria das pessoas: e-mails, transações bancárias, cartografia, sensoriamento remoto, planejamento do solo e urbano, monitoramento e controle dos recursos naturais, navegação e localização, reforma agrária, agronegócio, teleeducação e telemedicina, verificação de cumprimento de acordos internacionais, proteção contra catástrofes naturais.

Como se pode perceber, as atividades espaciais são cada vez mais relevantes para a melhoria da qualidade de vida da população. No caso de países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, a falta de infraestrutura torna-os mais dependentes da tecnologia espacial para a exploração de recursos naturais, redução de desastres naturais, teleeducação. Realmente, fundamental fator de crescimento e de desenvolvimento dos planos governamentais é a capacidade de cada nação quanto ao uso de dados de satélite na tomada de decisões racionais e eficazes.

Todas as nações tendo condições de analisar e processar os dados de satélites, certamente, será gerada uma cultura global de uso dos mesmos, voltada para as necessidades de cada país, promovendo o desenvolvimento planetário.

- As grandes corporações e o domínio dos monopólios e oligopólios

Cabe profunda reflexão o papel das grandes corporações bem como sobre o domínio dos monopólios e oligopólios não só no cenário de competição e cooperação internacional, mas também como determinantes das atividades espaciais.

É verdade que, na prática, o capitalismo conquistou todo o planeta. A soberania dos Estados de modo geral foi algumas vezes reduzida e, em outras, limitada ou ignorada pela crescente dominação do mercado mundial sobre as economias nacionais e pelo crescimento das corporações. Cabe, portanto, perguntar



de quem seriam os interesses dominantes no processo de exploração espacial. Afinal de contas, os bens materiais provenientes da tecnologia espacial têm um valor inestimável, além dos lucros pelos serviços prestados pelos mesmos bens. As grandes agências privadas, financiadoras das atividades, podem muito bem determinar quais, quando e de que maneira os trabalhos são realizados, para benefício próprio e não para o bem comum das nações e dos povos. Elas podem inclusive bloquear o desenvolvimento do sistema legislativo que regulamenta o uso do espaço e procura defender a sociedade mundial contra os males humanos. É o caso, por exemplo, da cláusula do bem comum presente no artigo I, § 1, do TRATADO SOBRE PRINCÍPIOS REGULADORES DAS ATIVIDADES ESPACIAIS DOS ESTADOS NA EXPLORAÇÃO E USO DO ESPAÇO CÓSMICO, INCLUSIVE A LUA E DEMAIS CORPOS CELESTES:

A exploração e o uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverão ter em mira o bem e o interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico ou científico, e são incumbência de toda a humanidade (TRATADO SOBRE PRINCÍPIOS REGULADORES DAS ATIVIDADES DOS ESTADOS NA EXPLORAÇÃO E USO DO ESPAÇO CÓSMICO, INCLUSIVE A LUA E DEMAIS CORPOS CELESTES, 27 de Janeiro de 1967, ONU).

Se é verdade que as corporações estão assumindo papel dominante na área espacial, e que, no mundo contemporâneo, há uma forte tendência em misturar os interesses dos estados com os das redes privadas, como então salvaguardar os interesses públicos internacionais?

- A instalação de armas de destruição em órbita

O Tratado Internacional do Espaço proíbe a instalação de armas de destruição em massa no espaço – nucleares, químicas e biológicas:

Os Estados Partes do Tratado se comprometem a não colocar em órbita qualquer objeto portador de armas nucleares ou de qualquer outro tipo de armas de destruição em massa, a não instalar tais armas sobre os corpos Celestes e a não colocar tais armas, de nenhuma maneira, no Espaço Cósmico. Estarão proibidos nos Corpos Celestes o estabelecimento de

bases, instalações ou fortificações militares, os ensaios de armas de qualquer tipo e a execução de manobras militares (TRATADO SOBRE PRINCÍPIOS REGULADORES DAS ATIVIDADES DOS ESTADOS NA EXPLORAÇÃO E USO DO ESPAÇO CÓSMICO, INCLUSIVE A LUA E DEMAIS CORPOS CELESTES, 27 de Janeiro de 1967, ONU).

Por força do Tratado de Proscrição das Experiências com Armas Nucleares na Atmosfera, de 1963, as armas nucleares também não podem ser testadas no espaço, no espaço cósmico e sob a Água:

Cada uma das Partes do presente Tratado se compromete a proibir, impedir e se abster de efetuar qualquer explosão experimental de armas nucleares ou qualquer outra explosão nuclear em qualquer lugar sob sua jurisdição ou controle na atmosfera; além dos seus limites, inclusive no espaço cósmico; ou sob a água, inclusive águas territoriais e alto-mar (Tratado de Proscrição das Experiências com Armas Nucleares na Atmosfera, 1963).

Cabe ressaltar que estes tratados não têm sido respeitados integralmente. Hoje, ao mesmo tempo em que faltam recursos para projetos mais necessários ao desenvolvimento sustentável do planeta, o mundo assiste à instalação de armas sofisticadas e milionárias no espaço exterior. Apesar disso, nunca houve até hoje atos de violência militar no espaço. Embora, durante a Guerra Fria, as superpotências nunca se tenham atrevido a um enfrentamento espacial, nos 50 anos da era espacial, os céus têm sido usados como ponto de apoio às forças armadas (telecomunicações por satélite, técnicas de navegação, precisão de tiro, entre outros), numa espécie de militarização do espaço:

O atual governo dos Estados Unidos tem posição clara a respeito. Proclamando a vulnerabilidade de sua rede de satélites, que considera vital à segurança e à economia do país, a administração norte-americana decidiu criar um projeto especial para defender seu patrimônio orbital, garantindo o controle, a superioridade e o domínio militar no espaço, como extensão necessária de sua atual hegemonia global (MONSERRAT FILHO, 2006).

Essa espécie de insegurança produz um considerável aumento dos custos e seguros dos bens em órbita, dificultando significativamente a realização de projetos que visam trazer benefícios científicos e sociais. Pode-se questionar sobre

o que poderia então assegurar a prevenção de uma corrida armamentista no espaço.

- O problema dos dejetos (lixos) espaciais

A habilidade humana de poluir o ambiente em que vive está sendo transferida para o espaço. Entretanto isso é pouco enfatizado pelos profissionais que trabalham na área, talvez, pelo fato de a poluição do espaço sideral não ter causado ainda tantos danos visíveis à nossa vida. Uma definição de dejetos espaciais é dada pelo Instrumento Internacional sobre a Proteção do Meio Ambiente dos Danos Causados por Dejetos Espaciais (Internacional Instrument on the Protection of the Environment from Damage Caused by Space Debris):

Dejetos espaciais são objetos no espaço exterior construídos pelo homem, que não constituem satélites ativos, nem são usados de qualquer outra maneira, e não é razoável esperar nenhuma mudança dessas condições num futuro previsível (WILLIAMS, 1996).

Recentemente, em sua 44ª reunião, realizada em Viena, Áustria, de 12 a 23 de fevereiro de 2007, o Subcomitê Técnico-Científico do Comitê da ONU para o Uso Pacífico do Espaço (COPUOS) aprovou as “Diretrizes para a redução dos Dejetos Espaciais” (SPACE DEBRIS MITIGATION GUIDELINES). Este novo documento define dejetos espaciais da seguinte maneira da seguinte maneira:

são “todos os objetos artificiais, inclusive seus fragmentos e os elementos componentes destes fragmentos, que estão em órbita terrestre ou regressam à atmosfera e que não são funcionais”.

Tendo seu início na era espacial, o lixo espacial consiste em destroços e materiais abandonados, que não têm mais serventia por falta de funcionamento ou por se tornarem obsoletos e substituídos por outros mais modernos. Trata-se também de cacos de colisões descontroladas de materiais maiores que continuam colidindo e produzindo mais e mais cacos menores, viajando em órbita, a vinte e cinco mil quilômetros por hora e a aproximadamente dois mil quilômetros de altura.

Sua quantidade está aumentando nas demais órbitas. O custo para resgatar o material em desuso, perdido em órbita em torno da Terra ou do deslocamento de material secundário para órbitas de menor risco é muito elevado, não despertando, portanto, interesse econômico. Desde que o COPUOS (Comitê da ONU para o Uso Pacífico do Espaço) publicou seu “informe técnico sobre detritos espaciais”, reconhecendo os riscos que eles representam para os objetos e principalmente para os astronautas em órbita, pouco se tem feito.

Em 1999, o subcomitê técnico-científico do COPUOS aprovou algumas diretrizes para a redução do lixo espacial: limitação dos detritos liberados durante o funcionamento dos sistemas espaciais; redução dos riscos de desintegração de naves e estágios orbitais dos veículos lançadores; limitação dos riscos de colisão em órbita; eliminação da intencional destruição de equipamentos por risco de colisão. De qualquer forma esse é um problema que atinge todo o planeta. Mais cedo ou mais tarde, dever-se-á encontrar uma solução necessária. Urge discutir sobre poluição e meio ambiente, visando amadurecer a consciência planetária.

- A definição e delimitação do espaço exterior

Atualmente, ainda há uma indefinição legal sobre onde começa o espaço sideral a partir da superfície da Terra. Embora alguns pesquisadores defendam uma altitude de cem quilômetros como mais adequada, são ainda escusos os fatores em que se apoiam, como também não se tem segurança sobre o que definitivamente determina as regiões de nacionalidade e internacionalidade espacial. Outra indefinição está nas delimitações das divisas dos países e no controle de uso desses espaços.

- A comercialização e a privatização das atividades espaciais

Totalmente ligada à questão dos oligopólios, esta também pode suscitar discussões sobre os investimentos privados, seus interesses, benefícios e malefícios de suas participações nas pesquisas.

- O turismo espacial

Deve-se questionar não só até que ponto é realmente necessário dar oportunidade aos cidadãos, economicamente capazes, de visualizar o planeta do alto e vislumbrar o espaço sideral, mas também em que medida angariar fundos para trabalhos desenvolvidos na área pode ser um bom motivo para incentivar o turismo espacial. Outro questionamento refere-se à definição do verdadeiro responsável pelos encargos e consequentes responsabilidades dessa atividade: cabe ao sistema público ou à iniciativa privada e às grandes corporações responder pelos atos?

- O gerenciamento do tráfego espacial

Sabemos que o planeta já encontra sérias dificuldades em controlar o tráfego de aeronaves comerciais que circulam em baixas altitudes, em determinadas regiões do planeta. Possivelmente, com o passar dos anos, serão enfrentados problemas quando aumentar drasticamente o fluxo de naves e foguetes na superfície e órbita planetárias, agravando-se ainda mais com a possibilidade do entrelaçamento entre os dois tráfegos: espacial e aeronáutico.

- A segurança espacial comum

Qualquer coisa que vá para o espaço e de lá venha, de bom ou de ruim, diz respeito a toda a comunidade mundial e é uma questão de segurança universal. Uma ameaça à ordem vigente, à sustentabilidade e à realização segura das atividades espaciais é a possibilidade de acidentes, incidentes e mal-entendidos no espaço. Portanto, é fundamental que a sociedade acompanhe os debates, as negociações de parceria e as propostas de diálogo entre países, principalmente entre as potências mundiais, a fim de perceber quais os interesses, as finalidades e os equívocos de interpretação que surgem daí. O resultado desse processo está intimamente ligado à segurança de todo o planeta e das atividades cotidianas de todos nós.

- A exploração da Lua e de outros corpos celestes

A partir da experiência do polêmico acordo internacional que regula as atividades dos Estados nos corpos celestes (Acordo da Lua, de 1979), em vigor desde 1984, a Lua é definida como “patrimônio comum da humanidade”: as atividades espaciais devem “promover níveis de vida mais elevados e melhores condições de progresso e desenvolvimento econômico e social”. Diz ainda que “a exploração e o uso da Lua são incumbência de toda a humanidade e devem ter em mira o bem e o interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico” (ACORDO DA LUA, 1979).

Na verdade, trata-se do acordo internacional com menor número de países participantes, de forma que os Estados Unidos evitam até mesmo mencioná-lo entre os tratados vigentes (MONSERRAT FILHO, 2007, p.125). A exploração dos recursos lunares, cujo início está estimado para dentro de quinze a vinte anos, permanece uma questão aberta. Embora os Estados Unidos, China, Japão e Rússia já se tenham mobilizado nessa direção, nos órgãos da ONU, ainda não há sinal de debates e propostas sobre a regulamentação dos assentamentos humanos e de suas atividades na Lua, apesar da urgência do assunto, a fim de garantir desenvolvimento sustentável também ao nosso satélite natural.

- Valores levados para o espaço exterior

É de fundamental importância estabelecer a ética no espaço exterior: discutir as regras de convivência humana em viagens prolongadas; estabelecer o período de permanência em ambientes confinados; criar um padrão de ética nas pesquisas da área de saúde humana e medicina espacial (área em expansão atualmente); estabelecer as prioridades em situações de risco, entre outras. Em virtude da ampla gama de diferentes percepções culturais e atitudes em direção a uma tecnologia específica, quando se envolvem riscos, devem-se traçar as linhas entre o que é socialmente aceitável e o que não é, bem como o grau de responsabilidade e solidariedade que se pode esperar do indivíduo e da comunidade para com as gerações presentes e futuras.

Essas expectativas devem ultrapassar os limites já estabelecidos e as fronteiras nacionais. É necessário desenvolver, cada vez mais, uma predisposição

para o surgimento de valores que possam tornar a convivência tecnológica, ecológica e socialmente sustentável. Com o avanço da globalização, deve-se intensificar nossa responsabilidade ética. Os critérios utilizados para a tomada de decisões não podem ser regidos apenas por fins econômicos, antes, devem-se pautar pelos compromissos com os direitos humanos, com a liberdade e com a identidade cultural de cada nação. Essa necessidade é particularmente sentida na área da tecnologia espacial, devido ao considerável desequilíbrio que seu uso pode gerar nas relações entre países, bem como entre os setores público e privado (POMPIDOU, 2000).

- Missões tripuladas: uma necessidade?

Com o avanço da robótica, cabe questionar o verdadeiro sentido em fomentar missões tripuladas à Lua ou a Marte. Uma viagem apenas de ida ao planeta Marte pode durar cerca de dez meses com a tecnologia atual. Contado o tempo de permanência em superfície e o processo de retorno à Terra, esse período pode ser extremamente prejudicial aos astronautas. Muitas vezes incitado pela mídia, o homem está preparando-se para esse feito como algo notável, uma verdadeira vitória e superação da raça humana sobre seus limites físicos e intelectuais.

Ao mesmo tempo, com a evolução da robótica e da medicina, o ser humano é capaz de realizar cirurgias extremamente delicadas a distância, com controles de equipamentos sofisticados via internet. Já se pensa na possibilidade de injetar nanorobôs no próprio corpo humano a fim de promover processos de cura de doenças. Nesse sentido, é inegável questionar até que ponto faz sentido custear a ida do homem à Lua novamente ou a qualquer outro corpo celeste colocando em risco vidas humanas. E mais, como ter convicção sobre qual é o momento certo da história para se viabilizar isso?

### **3.2.3 Algumas considerações**

Há ainda muitas questões a se investigar dentro do tema astronomia e astronáutica: uso dos sistemas de navegação (como o GPS) para orientação de bombas; sistemas de proteção e desenvolvimento sustentado do planeta; previsão,

enfrentamento e redução dos efeitos das catástrofes naturais, cada vez mais frequentes e arrasadoras; difusão internacional de uma cultura espacial que não seja apenas contemplativa, utilitária ou de mero consumo, mas também de ação participativa, mobilizando escolas, universidades, centros de pesquisa e setor industrial.

Certamente, mais questões surgirão das pesquisas provenientes de debates e discussões a serem realizadas em sala de aula, com professores e alunos, em ambiente formal, ou até mesmo com a comunidade e em centros de divulgação científica. Desde a década de 1950, com o lançamento do primeiro satélite artificial, o SPUTNIK I, a astronáutica e a tecnologia espacial foram marcadas por controvérsias e desconfianças. Talvez, a única forma de combater essa desconfiança seja a discussão democrática, a colaboração entre população, comunidade científica e políticos, e principalmente a formação de cidadãos conscientes e críticos quanto os processos de pesquisa científica do conhecimento científico em geral.



## 4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Apresentaremos, neste capítulo, os fundamentos metodológicos que contemplamos em nossa pesquisa, bem como as estratégias e técnicas para a constituição de dados. Apontaremos a utilização da investigação qualitativa e enfatizamos o caráter subjetivo de tais estudos. Para a descrição da metodologia, utilizaremos a terminologia *professor participante* para referirmos aos docentes que frequentaram o curso de formação continuada e a terminologia *professor formador* para mencionarmos o pesquisador do presente estudo. Comentaremos os aspectos problemáticos e eficientes do nosso tema de pesquisa: a abordagem de questões sociocientíficas no ensino de astronomia. Discutiremos as técnicas e metodologias usadas em nosso estudo como os registros em áudio e vídeo, e as respectivas transcrições. A estruturação e a normalização do presente texto basearam-se em normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2011), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP, 2010a; 2010b) e nas recomendações do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da Unesp de Bauru.

### 4.1 Metodologia de pesquisa

Em nossa pesquisa, os procedimentos que nos parecem mais apropriados para a obtenção de informações detalhadas a respeito das questões citadas na introdução deste trabalho nos levam a valorizar uma abordagem qualitativa (MARTINS, 1994; BOGDAN e BIKLEN, 1994). A metodologia de pesquisa valorizou a reflexão sobre o trabalho desenvolvido pelo professor em sala de aula e, partindo do pressuposto que os professores têm, necessariamente, que refletir sobre a sua prática pedagógica, pois sem isso não há mudança possível em educação, um dos focos da presente pesquisa foi a formação continuada do professor para a educação básica. Assim, o presente trabalho trata de um programa de ações de curta duração, abrangendo professores que atuam no ensino básico que trabalham nas mais diferentes disciplinas como: física, química, ciências, matemática e ainda pedagogia.

Uma possibilidade de pesquisa, que focalizasse a formação continuada destes professores, poderia envolver a análise crítica das principais tendências

programáticas e metodológicas dos programas e ações que usualmente são postos em prática em nossa realidade atual. Entretanto, em virtude da ausência de levantamentos e sistematizações satisfatórias que sirvam de base consistente para um estudo desse tipo, optou-se por um encaminhamento assentado na execução de uma proposta de formação continuada.

Para o desenvolvimento da pesquisa, buscou-se uma abordagem na qual, ao mesmo tempo em que considerasse o contexto sociocientífico da astronomia e astronáutica, não perdesse de vista o papel do professor e a sua autonomia, por isso, considerou-se pertinente utilizar a aplicação do estudo feito até aqui num curso de astronomia pra professores do ensino básico, relacionando, dessa maneira, os planos macro e micro da formulação e, especialmente, da implementação da proposta de ensino na prática de um curso, num contexto específico.

No presente trabalho, será descrito e analisado, qualitativamente, um trabalho de formação continuada, com o objetivo de se chegar ao conhecimento do objeto estudado, ou seja, a abordagem de questões sociocientíficas em um curso de curta duração em astronomia e suas repercussões. O referido trabalho foi desenvolvido nas seguintes etapas:

- 1ª. etapa: estudos e levantamentos dos referenciais teóricos sobre formação de professores, das possíveis questões sociocientíficas a serem abordadas na área de astronomia e astronáutica.

- 2ª. etapa: inserção dos temas, condução, apresentação e o acompanhamento de um conjunto de atividades de formação continuada para os professores participantes, na forma de cursos de formação continuada;

- 3ª. etapa: análise dos trabalhos desenvolvidos, durante as discussões em sala de aula pelos professores participantes, pois

“é preciso pensar com o cotidiano e não apenas sobre ele, é preciso acompanhar as práticas educativas e as narrativas das práticas; o cotidiano se constitui num espaço de formação pois nele se dá a relação com o outro” (AZEVEDO e ALVES, 2004, p. 15).

As etapas de trabalho mencionadas foram acompanhadas segundo uma abordagem de investigação de natureza qualitativa, pois a fonte direta de dados foi o “ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal”. A

investigação qualitativa favorece que os investigadores se interessem mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos, analisem "os dados de forma indutiva" e desvendem a "perspectiva dos participantes" (BOGDAN & BIKLEN, 1994).

#### **4.1.1 Fundamentos metodológicos e técnicas da pesquisa qualitativa**

As pesquisas qualitativas, geralmente, produzem uma grande quantidade de dados, que precisam ser organizados e compreendidos, pois o pesquisador preocupa-se principalmente com o aprofundamento da compreensão de um determinado grupo social, uma organização, instituição ou trajetória. Desse modo, é importante que o pesquisador estabeleça recortes, escolha temas, formule hipóteses e crie interpretações.

Muitas vezes, os dados da pesquisa poderão conter citações de falas para ilustrar e incrementar a apresentação. Além das citações, os dados poderão englobar, ainda, fotografias, vídeos, documentos pessoais, entre outros registros. Esse cuidado com a documentação permite ao pesquisador obter credibilidade, transferibilidade, consistência e confirmabilidade para suas conclusões (BOGDAN e BIKLEN 1994).

Para Lüdke e André (1986), o pesquisador deve exercer o papel subjetivo de participar e o papel objetivo de observador, colocando-se em uma posição ímpar para compreender e explicar o comportamento humano. Partindo de um esquema geral de conceitos, o pesquisador procurará testar constantemente suas hipóteses com a realidade observada diariamente; e, por estar inserido na realidade, o investigador está apto a detectar as situações que provavelmente lhe fornecerão dados que corroborem com suas conjecturas.

Assim, as características principais da pesquisa qualitativa, de acordo com Bogdan e Biklen (1994, p. 47), utilizadas no presente trabalho foram:

1. A fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal: o investigador coleta dados no local de estudo, nesse caso, o Centro de ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora, utilizando de equipamentos de vídeo ou áudio além de bloco de anotações para registrar informações que se obtém através do contato direto, as quais serão

revistas na sua totalidade, sendo que o entendimento que o investigador realiza será o instrumento-chave de análise;

2. A investigação qualitativa é descritiva: os investigadores tentam analisar os dados em toda sua riqueza, respeitando a forma como foram registrados ou transcritos; assim, os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, documentos pessoais e outros registros, com pouca ou nenhuma preocupação com números;

3. Os investigadores qualitativos têm maior interesse pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos: as estratégias qualitativas buscam analisar o modo como as expectativas se traduzem nas atividades, procedimentos e interações diárias;

4. Os investigadores tendem a analisar os dados de forma indutiva: a teoria do investigador só começa a se estabelecer após o recolhimento dos dados e o passar do tempo com os sujeitos, assim as abstrações são construídas à medida que os dados particulares recolhidos são agrupados. O processo de análise dos dados é como um funil: as afirmações estão abertas de início e vão se tornando mais fechadas e específicas.

5. Preocupação com a perspectiva dos participantes: os investigadores continuamente questionam os sujeitos da investigação, através de um diálogo que revele os que experimentam e como interpretam as suas experiências. O interesse está no modo como as pessoas dão sentidos às suas vidas (perspectivas participantes).

Considerando esses apontamentos e buscando alcançar os objetivos estabelecidos na presente pesquisa, optou-se por um enfoque totalmente qualitativo, desenvolvido por intermédio de um estudo de caso, na medida em que se restringe à observação detalhada de um determinado contexto: um curso de formação continuada em astronomia abordando questões sociocientíficas e a ênfase CTSA, e de um grupo específico de pessoas – os professores participantes.

Tendo em vista a opção do presente trabalho pela investigação qualitativa, com o intuito de compreender de modo mais completo as perspectivas pessoais dos indivíduos envolvidos (professores participantes), o trabalho de investigação recorreu, principalmente, à observação participante (que focou um grupo específico), e a análise de documentos e questionários escritos. Desse modo, as atividades do curso foram observadas e gravadas em áudio, e os documentos

escritos, produzidos pelos participantes, foram reproduzidos e mantidos em arquivo para análise.

Exercendo o papel de formador de professores, durante a coleta de dados, houve a preocupação em resgatar e analisar as concepções e práticas pedagógicas dos docentes participantes e as contradições entre as mesmas, tendo em vista não somente caracterizá-las, mas detectar as condições em que tais concepções, práticas e contradições são produzidas e colocadas em uso. Além disso, o senso de investigação voltou-se para os procedimentos pedagógicos adotados durante o curso, tendo em vista aprimorar as formas de interação com os professores participantes do processo de formação continuada, além de produzir conhecimento acadêmico pedagógico na área considerada.

Assim, consideramos também os relatos realizados pelos professores a respeito de suas aulas e desenvolvimento de atividades com os alunos, buscando que a perspectiva dos participantes fosse desvelada.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), ao mesmo tempo em que o investigador entra no mundo do sujeito, também continua a estar do lado de fora, registra o que acontece e recolhe outros dados descritivos, deve ser empático e simultaneamente reflexivo, agindo não como uma pessoa que sabe tudo, mas como alguém que quer aprender; considerando que a qualidade do trabalho de campo passa pelo estabelecimento de relações e que durante a pesquisa ocorrem muitas trocas, não apenas de dados potenciais para a investigação, como também de conhecimentos.

A pesquisa realizada também enfocou os profissionais e o contexto escolar, com a expectativa de compreender e analisar seus processos de formação contínua; o objetivo não era o de avaliar esses professores, mas verificar como eles se mobilizariam para tomar decisões na escola e na sala de aula e como atuariam em relação com os alunos para dar respostas às questões propostas pelas diversas situações com as quais estariam lidando.

Segundo Ludke e André (1986), a observação participante é um procedimento metodológico que envolve não somente a observação, mas compreende também os seguintes aspectos: a extensão do período de observação, o grau de envolvimento do pesquisador, o processo de registro e a utilização de entrevista e de questionário como fonte de dados complementares.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), uma investigação qualitativa na educação é sempre realizada no sentido de haver mudanças, pois uma mudança é planejada, voluntária e tem como objetivo a inovação. Para os autores, há três tipos de investigação qualitativa aplicada: investigação avaliativa e decisória, investigação pedagógica e investigação-ação.

Optamos aqui pela investigação avaliativa e decisória, em que o investigador tem o objetivo de proceder à descrição e avaliação de um determinado programa de mudança, tratando-se de estudar um problema ou serviço social específico, com o objetivo de viabilizar possíveis mudanças nas decisões escolares. Neste caso, os dados geralmente são descritivos, e a investigação tende a ser conduzida nos locais onde os programas estão se desenrolando, com ênfase descritiva do processo e das situações de pesquisa, em detrimento da atenção voltada para um resultado específico alcançado ou não (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

Reconhecemos a importância da descrição de todos os passos da pesquisa numa tentativa de se evitar ao máximo o viés e a parcialidade dos pesquisadores, embora Goldenberg (2001) assuma que não seja possível contê-los plenamente. A simples escolha de um objeto de pesquisa já significa um julgamento de valor em relação a tantos outros temas disponíveis; e o contexto da pesquisa, a orientação teórica, o momento sociohistórico, e a personalidade do pesquisador influenciam os resultados do estudo.

#### **4.1.2 O outro objeto de estudo – o curso**

##### **Local da pesquisa e histórico**

A Universidade Federal de Juiz de Fora ocupa posição de liderança na área educacional, com quase metade de seu quadro formado por doutores, influenciando fortemente as instituições educacionais da cidade e da região, que engloba a Zona da Mata, as Vertentes, o Sudeste Mineiro e o Oeste fluminense. Ela oferece cursos de Licenciatura, um curso de Educação Básica no seu Colégio de Aplicação, além de expressivas atividades de formação continuada. Nos últimos anos, com o crescimento do quadro de docentes titulados e a consequente intensificação da pesquisa e da produção científicas, a UFJF vem sendo

contemplada com a aprovação de projetos por órgãos financiadores que visam solidificar seu papel de instituição de ensino e pesquisa líder na região.

Em consonância com esta perspectiva de consolidação e expansão da vocação de pesquisa da UFJF, da renovação do ensino de Ciências e Tecnologia em uma abordagem multidisciplinar, muitas iniciativas de docentes vêm sendo dirigidas à extensão no campo da educação para a ciência e tecnologia. Amplas discussões acerca deste tema entre docentes do Instituto de Ciências Exatas, Instituto de Ciências Biológicas, do Colégio de Aplicação João XXIII e da Administração da Universidade culminaram com a proposição de um projeto à FINEP, no Programa Ciência de Todos, para a implementação de um Centro de Ciências em Juiz de Fora, que foi inaugurado em agosto de 2006 em um prédio anexo ao Colégio de Aplicação João XXIII da UFJF com uma área física de aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup>. O financiamento do projeto permitiu a aquisição de equipamentos de laboratórios, de ferramentas para a oficina e de recursos áudio-visuais, além de computadores e materiais de consumo em geral que permite o desenvolvimento de diversas atividades de extensão em difusão de ciência e tecnologia no Centro de Ciências.

O Centro de Ciências da UFJF apresenta uma concepção de ensino multidisciplinar e concentra atividades de educação científica e tecnológica, de formação inicial e continuada de professores, de pesquisa em educação não formal e de interação com escolas e espaços não formais de Educação já existentes na Universidade.

Em 2006 foi aprovado junto à FAPEMIG o projeto “Ciência Experimental na Escola: Implantação de Experimentoteca Pública em Juiz de Fora”, que foi executado no Centro de Ciências, e que contemplou as atividades de formação inicial e continuada de professores, além de permitir a divulgação das Ciências nas escolas públicas da região. Como resultados deste projeto, podemos destacar que foram capacitados 33 professores de Escolas Públicas Municipais e Estaduais de Juiz de Fora e cidades vizinhas, tendo sido realizados cerca de 200 empréstimos dos kits da experimentoteca. Tal fato mostra a importância de um Centro de Ciências na cidade de Juiz de Fora, funcionando como polo de Divulgação Científica para a região. Devemos destacar também que alunos dos cursos de licenciatura em Química, Física e Biologia também aprenderam a trabalhar com estes kits e posteriormente fizeram seus estágios docentes junto aos professores capacitados

no curso, auxiliando-os na realização das atividades experimentais em sala de aula, o que tornou os estágios uma atividade mais interativa entre professores, alunos e estagiários.

Já em 2007, o Centro de Ciências teve aprovado mais dois projetos pela FAPEMIG: o projeto “Telescópio nas Escolas”, executado pelo autor deste trabalho, que se propôs a divulgar a astronomia, levando o telescópio até algumas escolas da cidade permitindo a prática de observação astronômica entre os estudantes e professores. Além deste, foi aprovado também o projeto “Implantação de Exposições Interativas no Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora”, que permitiu a criação de diversos experimentos interativos de física, o desenvolvimento de um jardim sensorial que propicia a inclusão de pessoas com deficiência visual além de termos adquirido um planetário inflável que se une ao projeto do telescópio para a divulgação da astronomia. Através deste projeto, foi desenvolvida também nossa tabela periódica interativa. Com amostras de quase uma centena de elementos, ela dispõe de um monitor sensível ao toque no qual o visitante, ao tocar sobre um elemento específico em uma tabela periódica virtual, leds se acendem na caixa com o elemento correspondente e no monitor aparecem informações sobre este elemento. Nesta tabela estão expostos 83 elementos químicos, 63 aplicações dos elementos no dia-a-dia e 33 espécies minerais das quais os elementos podem ser obtidos.

O Centro de Ciências adquiriu, ainda em 2007, um planetário insulflável de fabricação nacional, que se uniu ao projeto do telescópio para definitivamente consolidar o ensino de astronomia na UFJF e divulgar a astronomia. A partir de então, são realizadas diariamente sessões de planetários para os visitantes, realizadas pelos bolsistas das áreas de física, geografia e afins, treinados especificamente para tal.

O Evento “Noites de Observação Astronômica”, que foi realizado a cada mês em 2009, em comemoração ao Ano Internacional da Astronomia, e que possibilitou a observação de vários astros pela comunidade, foi viabilizado pela compra destes equipamentos astronômicos. Podemos destacar neste evento a participação de famílias inteiras interessadas pela astronomia. Também em 2009 oferecemos durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, com o apoio da FAPEMIG, a “Primeira Jornada de Divulgação Científica” para estudantes do Ensino



Médio, com palestras, minicursos e oficinas ofertadas por pesquisadores de diversos centros científicos do Brasil, como CBPF, UNESP, UFRJ dentre outros.

Em 2010 tivemos mais dois projetos aprovados: um pelo CNPQ/FAPEMIG que permitiu a aquisição de vinte e cinco novos equipamentos interativos de física para o salão de experimentos, o que possibilita que os visitantes tenham o interesse renovado em voltar ao Centro de Ciências, outro pela CAPES no programa Novos Talentos, que esta propiciou o oferecimento de três cursos no ano de 2011, sendo dois para professores (Astronomia para Professores do Ensino Fundamental e O Uso da Experimentação no Ensino de Química) e outro para alunos de Ensino Médio da Rede Pública (Física das Interações e de Partículas).

Alguns roteiros de visita do Centro de Ciências são:

Roteiro 1: São realizadas duas atividades em laboratórios, que podem ser de química, física e biologia. Em seguida os visitantes assistem a uma sessão do planetário e terminam a visita interagindo com os equipamentos científicos que se encontram em nosso salão.

Roteiro 2: Consiste em visita mediada à tabela periódica interativa, vídeos sobre os elementos químicos, sala de informática e laboratório de química.

Roteiro 3: Neste roteiro os visitantes interagem com os modelos de células, tecidos e órgãos do corpo humano (produzidos pelo Museu de Ciências Morfológicas da UFMG e cedidos ao Centro de Ciências da UFJF numa parceria entre estas duas instituições), observam algumas destas estruturas em microscópios no laboratório de biologia e finalizam a visita com uma oficina de massas de modelar, na qual podem reproduzir os materiais observados, em um momento de expressão artística.

Em 2011, com o apoio da Sociedade Brasileira de Química, foi realizado a exposição “A Química no Cotidiano”, em comemoração ao Ano Internacional da Química.

Assim, até 2012 já recebemos mais de 40.000 visitantes e capacitamos professores em diversas turmas de três cursos diferentes oferecidos por professores da Universidade, além da promoção de várias atividades que trouxeram a população para conhecer um pouco mais das Ciências da Natureza. As atividades que envolvem o público visitante são mediadas por alunos dos cursos de licenciatura, funcionando assim como campo de estágio em espaços não-formais de ensino. Desta forma, nosso trabalho tem permitido levar o conhecimento produzido na

Universidade para a comunidade escolar e geral, possibilitando uma ação de extensão Universitária, baseada nos trabalhos de pesquisa e ensino desenvolvidos na UFJF.

O Centro de Ciências da UFJF também trabalha com este fim, e desenvolve atividades dentro do calendário anual que aproximam a comunidade da ciência básica. Atividades como Oficinas e cursos de Astronomia, cursos de atualização para professores do Ensino Básico, demonstração de atividades experimentais em ciências para alunos do Ensino Básico e pesquisas tanto em Ciência Básica como em Ensino de Ciências, estão no elenco das atividades do Centro. Atualmente o Centro de Ciências da UFJF está consolidado em Juiz de Fora e regiões adjacentes como espaço apropriado para divulgação científica e ambiente de educação científica.

### **O curso de astronomia**

Desde o ano de 2007 o Curso de Astronomia para Professores do Ensino Básico, anteriormente chamado de Curso de Astronomia para Professores do ensino Fundamental e Médio vem buscando atender às necessidades de formação dos professores que trabalham com ensino do conteúdo astronomia, nas mais diferentes áreas de atuação como geografia, física e ciências. Este curso nasceu junto com o próprio Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora, cuja função era, a princípio, apenas disseminar a ciência através de atividades práticas com os estudantes visitantes das escolas da região. Vimos então a oportunidade de desenvolver atividades não só relacionadas aos estudantes mas também aos professores, por conhecermos desde muito tempo os problemas que existem no ensino de astronomia. Através do financiamento de projetos por diversas instituições de fomento como FAPEMIG, FINEP e CNPq, criamos um espaço neste centro e decidimos aproveitar o ambiente favorável para ampliarmos nossa função de ensino. Portanto, o curso iniciou modestamente como uma proposta que trabalhava a complementação de conteúdos, nos moldes dos muitos cursos existentes no Brasil, abordando temas como: movimentos da Terra, sistema solar, estações do ano, sistema Terra-Lua, eclipses lunares e solares, medidas de tempo, calendários, estrelas, galáxias e cosmologia. Posteriormente a abordagem sobre astrofísica no curso foi abandonada por não corresponder muito bem às expectativas da maioria

dos professores do ensino fundamental (apenas os professores de física e química se mostraram mais interessados). Outra característica do curso, sempre mantida por uma questão de princípio, era a de trabalhar a parte prática da astronomia de forma a permitir que os participantes pudessem reproduzi-la em sala de aula com seus alunos. Assim, em cada encontro dedicávamos à construção de maquetes, como a do sistema solar em escala simultânea de distância e tamanho, ou de lunetas com lente de baixo custo, ou ainda, realizávamos algum experimento como a observação da variação da sombra projetada por um gnômon, tratando devidamente da teoria que envolvem estas oficinas. Aproveitávamos ainda o espaço planetário e o telescópio computadorizado para as aulas diferenciadas, quando possível, realizando observações de objetos celestes acessível como a Lua, alguns planetas e o Sol. Ocasionalmente, realizamos observações de céu profundo em campo afastado da área urbana.

Este formato de curso, que foi oferecido ora como um curso de formação continuada, ora como de extensão, apenas por questões burocráticas, atraía pessoas que não faziam parte da comunidade educacional, como muitos curiosos que entendiam no termo astronomia, uma conotação lúdica, um curso sobre curiosidades ou algo puramente contemplativo e até mesmo místico. Com a crescente procura e a cada ano, fomos aperfeiçoando a metodologia de ensino, buscando adequar a ementa e o tratamento dos tópicos à clientela participante, tentando cada vez mais torná-lo um curso apropriado para professores. Com o nosso ingresso no programa de doutoramento, surge então uma nova perspectiva de aprimoramento profissional, agregando uma nova abordagem de ensino de astronomia, até então desconhecida por nós na área. Fomos, então, em busca do aprendizado teórico e prático para se trabalhar de uma nova maneira com a astronomia. Procuramos dedicar, a cada novo curso oferecido, uma pequena fração de tempo a uma abordagem humanista, enfocando questões sobre pesquisas espaciais, astronáutica e suas repercussões na vida em sociedade. Inicialmente foi um trabalho lento, quando procuramos em jornais, revistas, noticiários, revistas da área, assuntos que nos permitissem promover discussões em sala com os professores. Ao mesmo tempo, corria o risco de perder o foco principal que era o ensino de conteúdos e assim descaracterizar o trabalho. Todas as aulas dos cursos em que esta abordagem era realizada foram gravadas em vídeo e as falas e discussões dos participantes registradas para fins desta pesquisa.

Desta maneira, percebemos que seria necessário ganhar certa bagagem no tratamento de questões sociocientíficas para depois oferecer um curso que tivesse uma ênfase específica neste aspecto. Após um longo tempo de procura, como abordamos no item 2.3, encontramos na área de direito espacial inúmeras destas questões para se discutir. Então, convocamos novamente alguns dos antigos participantes de cursos anteriores e oferecemos em 2012 o curso intitulado: Ensino Crítico de Astronomia para Professores do Ensino Básico. Em nosso caso, os fenômenos observados de onde construímos nossas considerações e interpretações foram os encontros diários, constituindo-se no objeto principal de nosso estudo e fonte de dados. Realizados durante um período limitado de tempo com uma amostra de professores, estes encontros formaram nosso conjunto de intervenções que foram analisadas. Estes encontros foram integralmente gravados em áudio e as discussões transcritas para análise posterior, constituindo este trabalho.

### **Atividades**

Para realizarmos uma atividade junto aos participantes, selecionamos uma série de reportagens de jornais e revistas que pudessem nos orientar em termos de discussões produtivas a respeito das pesquisas em astronáutica e astronomia. Em particular, a revista da Agência Espacial Brasileira, alguns artigos da área do direito espacial, a revista FAPESP e alguns documentos do COPUOS, comitê da ONU para o uso pacífico do espaço. Coletamos também informações em alguns livros como Direito Espacial de autoria do professor José Monserrat Filho, e Política Espacial Brasileira, de Edmilson Costa Filho.

### **Procedimentos de constituição e análise de dados**

A fonte principal dos dados constituídos na presente pesquisa foram os 4 encontros realizados no mês de fevereiro de 2012 e o grupo de 18 professores participantes. Estes encontros, que ocorreram em dias consecutivos, constituíram um conjunto de atividades que forneceram a maior parte do material de análise desta pesquisa.

Um dos critérios de análise de um programa de formação de professores, segundo Zeichner (1993) é o da *qualidade profissional*, no qual se deve verificar se

os conceitos abordados em um curso são relevantes para serem desenvolvidos em contextos reais de ensino. Desta forma, buscamos coletar dados no intuito de avaliar por meio das atividades desenvolvidas nos encontros as repercussões do curso ministrado, e o conhecimento construído pelos participantes. Nos baseamos nas avaliações escritas, questionários e gravações em áudio.

Alguns professores foram convidados a participar do curso, pelo conhecimento prévio do pesquisador, em cursos anteriores, das potencialidades e contribuições de alguns de seus ex-alunos. Outros fizeram inscrição a partir de um convênio firmado entre o Centro de Ciências e a Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, a partir de seu Centro de Formação Docente, que se prontificou em divulgar o curso na rede municipal de ensino, distribuindo cartazes de divulgação nas escolas e comunicando verbalmente aos diretores das escolas na ocasião da reunião geral do ano letivo. No primeiro encontro foram explicitados os objetivos do curso, a realização da pesquisa, e foi garantido o anonimato dos participantes, substituindo seus nomes completos pelas primeiras letras.

Como descreve Bogdan e Biklen (1994), os investigadores qualitativos tentam interagir com seus sujeitos de forma natural, buscando minimizar os efeitos do observador, assim buscou-se criar um ambiente onde os participantes do curso pudessem agir não como sujeitos observados, mas que pudessem expor as experiências e situações vivenciadas o mais próximo possível da realidade.

Como instrumentos de constituição de dados, utilizou-se (BOGDAN e BIKLEN,1994):

a) Questionários: para verificar pontos específicos e comuns a todos os que participaram da pesquisa. Utilizou-se um questionário a ser respondido de próprio punho, e que garante o anonimato dos participantes, não expõe o pesquisado às influências de opiniões, favorecendo a análise dos dados;

b) Análise de materiais escritos: todos os materiais escritos produzidos ao longo do curso foram analisados para verificar pontos específicos e comuns a todos os que participaram da pesquisa;

c) Gravações em áudio: todas as oficinas foram gravadas em áudio (as falas dos professores participantes e professor pesquisador) e, posteriormente, transcritas com o objetivo de perceber a concepção dos professores frente aos encontros.

O conjunto de dados configurados a partir das transcrições encontra-se em minha posse, mas, em virtude do posicionamento pessoal, por vezes assumido pelos participantes do curso durante as aulas, e frente à necessidade de preservar a privacidade dos mesmos, optei por não divulgá-lo na íntegra neste texto.

A análise dos dados, de cunho interpretativo, após a organização sistemática das transcrições dos encontros, embasou-se nos referenciais sobre ensino crítico, enfoque CTSA e QSC, além dos levantamentos feitos assim como os resultados de pesquisas que focalizaram o ensino de astronomia. Além disso, a intenção não foi acompanhar cada sujeito em particular, mas sim realizar uma análise geral, para tanto foram extraídas falas, ou partes delas, para alcançar o objetivo principal proposto nesse trabalho: a avaliação de um curso de formação continuada.

Os dados constituídos através dos questionários foram organizados em categorias, com base na análise de conteúdo de Bardin (2009), relacionados e confrontados com o referencial teórico da área. As categorias foram definidas buscando maior adequação e pertinência aos objetivos do trabalho, de modo a facilitar a análise dos dados coletados. Organizamos estes dados por meio da aplicação do questionário dirigido aos participantes em temas, categorias e subcategorias que serão apresentados nos resultados. Estes dados foram tratados, organizados e analisados a partir das técnicas da “análise de conteúdo”, sistematizada a partir dos estudos de Bardin (2009). Segundo a concepção dessa estudiosa, a Análise de Conteúdo se constitui em:

“...um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. O fator comum destas técnicas múltiplas e multiplicadas – desde o cálculo de frequência que fornece dados cifrados, até a extração de estruturas traduzíveis em modelos – é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência”. (BARDIN, 2009, p. 9).

Nessa mesma linha de raciocínio, complementa a autora:

“Enquanto esforço de interpretação, a análise de conteúdo oscila entre os dois polos do rigor da objetividade e da fecundidade da subjetividade.

Absolve e cauciona o investigador por esta atração pelo escondido, o latente, o não latente, o potencial de inédito (do não dito), retido por qualquer mensagem.” (BARDIN, 2009, p. 9).

A análise do conteúdo dessas falas possibilitou a identificação e descrição da percepção dos professores participantes sobre o novo enfoque de ensino de astronomia e ensino CTSA, além de fornecer sugestões de temas potenciais para se trabalhar na forma proposta. Dessa maneira, foram definidas as categorias e subcategorias, conforme Quadro 1, seguinte:

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>
1 Compreensão da relação CTSA, Astronomia e sociedade	1.1 Perspectivas 1.2 Outras
2 Caracterização da CTSA em astronomia pelos professores	2.1 Perspectivas 2.2 outras
3 Conhecimento prévio sobre astronomia e conteúdos trabalhados	3.1 Conteúdos e conhecimento da legislação 3.2 Desenvolvimento de práticas
4 Dificuldades/Limitações para abordar a astronomia, inclusive sob o enfoque CTSA e QSC	4.1 Dificuldades de concepção 4.2 Segurança e domínio do tema
5 Temas relevantes para trabalhos com astronomia sob o enfoque crítico	
6 Atendimento às expectativas dos participantes em relação ao curso	

**Quadro 1 - Descrição das categorias**

A categorização é bastante comum nas ações humanas. Desde cedo, aprendemos a classificar e ordenar através de exercícios e ações.

“A maioria dos procedimentos de análise organiza-se em redor de um processo de categorização” (Bardin, 2009).

A categorização é a operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero. As mensagens provenientes das entrevistas podem ser agrupadas tendo em conta diferentes categorias, assim,

”em análise de conteúdo, a mensagem pode ser submetida a uma ou várias dimensões de análise” (Bardin, 2009).

A categorização é um processo de tipo estruturalista.

Participaram dezoito pessoas, matriculadas no curso segundo seus interesses em astronomia e levando em consideração essencialmente a condição de estar atuando ou ter atuado como professor do ensino básico, e espontaneamente aceitar participar da pesquisa.

Dois professores foram por mim contatados diretamente em virtude de já conhecê-los e supor que estariam dispostos a participar (referenciados aqui com Ad, Sa), os outros surgiram pela divulgação do curso em algumas escolas. Todos se mostram muito colaborativos e concordaram em participar da pesquisa.

É importante ressaltar que o presente trabalho objetivou documentar cuidadosamente um determinado contexto e um grupo de sujeitos e não pretende que os dados sejam generalizáveis, pois a delimitação do campo e o tempo de duração da pesquisa não incluíram contextos mais amplos. Somente foram considerados os aspectos que se manifestaram explicitamente na sala de aula.

Os conhecimentos produzidos pelo presente estudo necessitam ser expandidos com a análise de outros fatores contextuais mais amplos e com a observação de transformações efetivas na aprendizagem dos alunos.

#### **4.2 Análise dos dados e discussão dos resultados**

Apresentaremos, neste item, uma descrição e análise dos dados coletados, seguindo uma discussão embasada nos referências teóricas relacionados nos capítulos anteriores.

Buscando alcançar o objetivo principal estabelecido para o presente estudo, procurou-se descrever todos os passos da pesquisa e, mesmo estando presente uma subjetividade, ou seja, influências e variáveis impossíveis de se isolar ou anular, os dados, que foram analisados a partir das transcrições das gravações em áudio de todos os cursos e dos materiais escritos produzidos, procurou-se uma descrição com a maior fidelidade possível com a realidade.



#### 4.2.1 Caracterização dos professores participantes

Para a caracterização dos professores participantes da pesquisa foi solicitado o preenchimento de uma ficha de inscrição (apêndice 2) aos 18 professores matriculados no curso: “Ensino Crítico de Astronomia para Professores do Ensino Básico”, com o objetivo de obter algumas informações sobre sua formação inicial e sua atuação profissional. Esse questionário considerou os seguintes aspectos: 1) dados gerais dos professores: idade, gênero, título de graduação, estudos de pós-graduação e outros cursos relevantes no desenvolvimento profissional dos professores; 2) percurso profissional dos professores: tempo de experiência profissional e cargos exercidos durante a vida profissional; 3) Cargo atual: instituição onde trabalha; nível educativo, disciplina, tempo de serviço nessa instituição e número de alunos.

Esta ficha como um instrumento para obter dados descritivos permitia em um primeiro momento caracterizar o grupo de professores em termos de sua preparação inicial e continuada, bem como o seu contato com o ensino de astronomia e percurso profissional. Esta foi usada como um instrumento secundário nesta pesquisa qualitativa servindo a exploração de ideias sobre os itens expostos acima, sendo aplicada por se tratar de um instrumento que não demandaria a presença do pesquisador. Neste contexto, ele tinha o papel de abordar alguns aspectos a partir de um olhar exploratório e não em profundidade.

Em seguida, discutiremos alguns itens desta ficha para efeitos da realização de uma caracterização geral dos professores participantes no curso. De acordo com as informações coletadas nesta ficha, o curso de astronomia teve a participação de 11 professoras e 7 professores que apresentavam idades entre 25 e 55 anos.

Ao analisarmos os dados, observamos que somando o número de Licenciados em Física com o número de Engenheiros que trabalham com ensino de Física, temos que 22% dos professores possuem uma formação na área de exatas. Doze por cento possuem formação na área de Ciências Biológicas ou Biologia e 27% em Geografia. Além disto, temos cerca de 39% dos professores com pouca ou nenhuma formação acadêmica voltada para o ensino de ciências, como os cursos de Pedagogia.

<b>Aspectos considerados</b>	<b>Características</b>	<b>Participantes</b>
<b>Quanto ao gênero</b>	Masculino	Ad, An1, Ch, Cm, Ma, Le, Al,
	Feminino	An2, Cl, De, Di, Ig, Mo, Ro, Th, Sa, So, Ti
<b>Quanto à idade</b>	De 25 a 35 anos	Cl, Sa, So,
	De 36 a 45 anos	Ad, An1, An2, Ch, Ta, Ig, Mo, Al, Ro, Th
	De 46 a 55 anos	Cm, De, Le, Ma, Ti,
<b>Quanto ao tempo de magistério</b>	Menos de 5 anos	Ad, So, Ro, Mo, De, Ma
	De 5 a 10 anos	An1, Ch, Le
	Entre 10 e 15 anos	Sa, Ti, Ta, Th, Al, An2
	Mais de 15 anos	Cm, Ig, Cl
<b>Quanto ao grau de ensino em que atuaram</b>	Ensino básico	Ad, So, Ro, Mo, De, Ma An1, Ch, Le Sa, Ti, Ta, Th, Al, An2 Cm, Ig, Cl
	Ensino superior	-
<b>Quanto ao grau acadêmico mais elevado</b>	Licenciado	Ro, Ma, Ch, Le, Ti, Ta, Th, Al, An2, Ig
	Especialista	Cm, So, Mo, An1, Sa, Ad, Cl, De,

**Quadro 2 - Quadro sintético das características distintivas consideradas na seleção dos participantes**

Por outro lado, encontramos que 29% dos professores realizaram um curso de curta duração e 29% realizou pelo menos dois cursos de curta duração e os 42% restantes não indica ter realizado nenhum curso de curta duração. Quarenta por cento fizeram cursos de curta duração em astronomia, possuindo, portanto alguma formação na área (estes são os professores que participaram e cursos anteriores oferecidos pelo pesquisador). A maior parte os cursos realizados pelos professores correspondem a cursos de educação orientados ao melhoramento da prática docente, à capacitação e à qualificação profissional.

Participaram do curso de formação continuada, 18 professores caracterizados da seguinte forma: 7 (sete) professores do sexo masculino, sendo 2 (dois) deles formados em engenharia elétrica, ambos professores de física no ensino médio na rede privada, 2 (dois) deles formados em biologia e professores de ciências do 5º e 6º anos do ensino fundamental na rede privada, e 2 (dois) formados em licenciatura em geografia, professores do ensino médio na rede privada. Dez professores do sexo feminino, sendo 3 (três) licenciadas em geografia, 2 (duas) pedagogas que trabalham com gestão escolar e 4 (quatro) professoras de ciências do ensino fundamental na rede municipal de ensino e 1 (uma) professora licenciada em física atuando na rede privada.

Destes professores participantes, a maioria já possuía certa experiência de magistério, já que 4 (quatro) deles apresentava mais de 5 (cinco) anos, 5 (cinco) mais de 10 anos e 3 (três) com experiência de mais de 15 anos. Seis 6 (seis) professores eram iniciantes, considerados aqui como sendo aqueles com menos de 5 (cinco) anos de docência. Essa diversidade garantiu inclusive que os participantes estivessem em diferentes fases do ciclo profissional assegurando a presença de reflexões diversas sobre o tema abordado no curso.

Estes professores justificaram a busca pelo curso oferecido em virtude de reconhecerem a necessidade do aprimoramento profissional na área, reconhecendo também a ausência de abordagens no período de formação acadêmica. Quatro deles declararam trabalhar assuntos relacionados com astronomia, mas não fizeram sequer indicação de livros ou apostilas, ficando restritos apenas às pesquisas via internet, mostrando a dificuldade em se obter material para desenvolver o próprio trabalho. Outros professores declararam não trabalhar o assunto por total desconhecimento do tema, habilidade para adaptar o assunto à série que trabalha ou por considerar que citam o conteúdo presente no livro didático com exemplos e nomenclaturas. Foi unânime a questão da ausência de uma abordagem sociológica na astronomia ou das pesquisas da área dentro das diferentes disciplinas trabalhadas pelos participantes.

Alguns dos professores já haviam participado de cursos anteriores oferecidos pelo pesquisador conforme descrevemos anteriormente. Estes perceberam uma mudança na concepção de ensino da astronomia, conforme verificamos em seus relatos escritos.

Todos os professores aceitaram que as aulas fossem gravadas e analisadas, concordando em colaborar com o levantamento de dados para esta pesquisa.

Os participantes se matricularam no curso segundo seus interesses em astronomia e levando em consideração essencialmente a condição de estar atuando ou ter atuado como professor do ensino básico, e espontaneamente aceitar participar da pesquisa.

#### **4.2.2 Análise e avaliação geral do curso**

Partindo da apresentação dos referenciais teóricos sobre a necessidade de promover não apenas um trabalho de atualização com relação aos conhecimentos específicos da astronomia, mas antes de tudo, como aponta Almeida (2005), promover um trabalho de reflexão sobre a ação educativa que levasse a uma mudança na prática pedagógica, a descrição, análise e discussão dos resultados buscam focar os relatos dos professores envolvidos no curso de formação continuada que demonstravam um pensar sobre a prática e seus posicionamentos quanto à possibilidade de abordagem de questões sociocientíficas em astronomia.

Além disso, acredita-se ser de fundamental importância avaliar as ações formativas propostas, tanto para a análise de suas contribuições para a prática docente, como no intuito de subsidiar ações de futuras propostas equivalentes. Nesse sentido, realizou-se também uma análise e discussão das atividades utilizadas durante as aulas, tanto a partir das declarações dos professores participantes como a partir das observações do pesquisador.

É importante ressaltar que somente as declarações do professor não são suficientes para uma mudança efetiva em seu trabalho diário, porém espaços que favoreçam a reflexão sobre a ação são de fundamental importância para iniciar um caminho que vise mudanças.

Devido à grande quantidade de dados constituídos a partir das atividades desenvolvidas durante o curso, limitamo-nos a analisar alguns recortes, a partir do foco desta pesquisa, delineado nos objetivos e na caracterização do trabalho. O trabalho do pesquisador, portanto, foi o de descrever as situações, analisá-las e discuti-las. Pretende-se que os resultados analisados forneçam subsídios que

apoiem futuros programas de formação continuada para professores, como também contribuições para a prática docente.

Em alguns momentos foram utilizados questionários parciais para obtenção de informações e dados para a pesquisa. Apesar de algumas limitações, considera-se que esse instrumento garante o anonimato dos participantes, uma característica importante. Estes questionários solicitaram avaliações sobre questões relacionadas ao ensino da astronomia, revelações sobre a própria atividade docente nesta área, procurando não expor os pesquisados à influência das opiniões e do aspecto pessoal do pesquisador.

A aplicação dos questionários, bem como as respostas dos professores participantes serão descritas adiante.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), é preciso que o pesquisador registre todos os dados coletados, após cada observação, ou sessão de investigação, pois esses descrevem as pessoas, as conversas e as atividades. A partir desses registros é possível realizar reflexões e selecionar dados relevantes para o estudo, portanto tais descrições precisam ser profundas e detalhadas para que auxiliem em uma compreensão sobre o meio observado. Dessa forma, todas as gravações em áudio realizadas durante o desenvolvimento das atividades foram transcritas.

Optou-se por realizar as descrições e as análises de maneira concomitante, a fim de minimizar a perda do contexto ocasionada pela redução às categorias de análise, inerente ao processo de categorização (BARDIN, 2009).

No decorrer dos cursos, em vários momentos, os participantes indicaram dificuldades com relação às condições de trabalho, como falta de tempo para estudos, falta de treinamentos ou cursos de capacitação em serviço, carga horária excessiva, baixos salários, elevado número de alunos por sala e escassez de recursos e materiais didáticos e se limitam muitas vezes a reproduzir o livro didático. De acordo com Garcia (1999), esses fatores restringem a capacidade de inovação dos professores, o que acaba contribuindo para uma baixa qualidade das aulas e do ensino como um todo. Apesar da grande relevância das questões inerentes à profissão, as análises apresentadas a seguir priorizaram a metodologia e as atividades propostas nas oficinas e a construção de conhecimentos pelos participantes.

De uma forma geral, os encontros iniciavam-se com a apresentação do tema norteador a partir da leitura de um artigo, tendo continuidade com o trabalho

com conteúdos específicos, discussões sobre como abordá-los em sala de aula e os recursos disponíveis, conforme descreveremos a seguir.

Buscamos realizar, não em todas as aulas, uma avaliação sobre as mesmas, por meio de questionários ou questões diretas elaboradas para os grupos participantes e, desta forma, recolher informações de diferentes momentos, com diferentes finalidades. De acordo com Garcia (1999), através da avaliação é possível obter e utilizar informações que possam descrever e julgar a implantação e o impacto de um determinado programa, para promover o seu aperfeiçoamento e aumentar o conhecimento. Esta possibilita também identificar quais modelos e estratégias de formação de professores que causam um maior impacto nos diferentes níveis: pessoal, didático e institucional.

Em uma perspectiva formativa, a avaliação das aulas pelos participantes pode responder à necessidade de melhorar o programa do curso e as atividades propostas durante seu próprio processo de realização. Assim, constitui-se um elemento de *feedback* para o professor formador. Além disso, a avaliação das atividades procura implicar e responsabilizar os participantes no próprio processo de formação. Para a pesquisa, essa avaliação oferece importantes dados sobre o custo benefício dos cursos de formação continuada propostos, trazendo informações úteis para a melhoria dos mesmos (GARCIA, 1999).

É importante ressaltar, antes do início da descrição de cada aula que, de uma forma geral, a avaliação das atividades, realizada pelos participantes, foi muito positiva. Mas isso não significa que não ocorreram falhas, ou que o trabalho foi o melhor já realizado; muito pelo contrário, isso pode estar relacionado ao fato de os professores participantes não terem participado de outras iniciativas como essa, além de outros fatores que citaremos a seguir.

#### **4.2.2.1 Os encontros**

O primeiro encontro:

O primeiro encontro foi planejado com o objetivo de conhecer os participantes, embora alguns já tenham participado de outros cursos de astronomia oferecidos pelo pesquisador, procuramos conhecer suas reais necessidades formativas com relação aos conteúdos de astronomia, suas motivações para com o

curso e também esclarecê-los sobre a nova proposta de curso, enfatizando que não seria um curso conteudista, e sim sobre possíveis relações entre astronomia e sociedade.

Assim, antes de iniciar a primeira aula, foi entregue aos participantes uma ficha inicial (apêndice 1) para a caracterização do professor, perguntando a respeito da formação docente, tempo de magistério, séries em que lecionam, livros didáticos utilizados como referência para suas aulas, cursos de curta duração realizados, dentre outras questões relacionadas a uma identificação profissional e seu trabalho com astronomia.

Esta ficha foi utilizada com o objetivo de caracterizar os professores participantes, além de fornecer dados sobre as expectativas com relação ao curso que se iniciaria e a forma de trabalho com temas da astronomia. Desta forma, os apontamentos poderiam ajudar o pesquisador a orientar o trabalho de forma a corresponder, na medida do possível, às expectativas dos participantes. Os dados deste questionário foram analisados e utilizados durante o replanejamento das aulas seguintes.

Um dado interessante coletado nesta primeira aula foi o fato de todos os professores, sem exceção, revelarem um interesse por aprofundar conhecimentos básicos sobre astronomia e temas da área, bem como sobre a forma de trabalhar este conteúdo. Tal interesse configurou-se em uma característica marcante no grupo: a busca pelo conhecimento tanto específico como pedagógico, relacionado aos conceitos e às formas de trabalho em sala de aula.

De acordo com Garcia (1999), quando se fala em melhoria na educação, não se refere apenas à aprendizagem, rendimento, mas também à motivação, participação e mudança significativa das crenças e atitudes da maioria dos professores.

Segundo Albuquerque (2006), a constante busca de atualização, de informações e de conhecimentos ressalta a necessidade do professor estar interagindo com seus pares, trocando experiências, refletindo e tirando suas dúvidas, ou seja, participando do processo de socialização profissional. Segundo Balzan (1996), nesse processo, que implica as aprendizagens do professor relativas às suas intersecções com seu meio profissional, tanto em termos normativos quanto interativos, considera-se tanto a adaptação ao grupo profissional ao qual pertence e

à escola na qual trabalha, como as influências de mão dupla entre o professor e o seu meio.

Quando questionados sobre os motivos que os levaram a se matricularem no curso e o que eles esperam do mesmo, os professores apresentaram as respostas transcritas abaixo:

**Ro:** “Meu nome é Ro, eu fiz geografia, formei em agosto do ano passado e fiquei sabendo por um amigo meu, da minha sala, que estudou comigo, ele me indicou o curso.

**Pesq:** “E você veio para o curso aqui imaginando que seria o quê? O que você espera do curso? De um curso com esse nome, não tinha o crítico, agora é ensino crítico de astronomia para professores do ensino básico.”

**Ro:** “Espero começar a entender um pouco mais sobre o assunto, porque particularmente eu já pesquiso muita coisa sozinho em casa, porque eu me interessou.”

**Pesq:** “Então, você já tem uma bagagem conceitual a respeito. Você veio procurar uma novidade, vamos dizer, como um aprofundamento.”

**Ro:** “Coisas que eu sei e que está errado. Eu já até pensei em me especializar em um mestrado, uma pós, mas minha área mesmo é a geografia.”

Aqui fica claro o interesse pela atualização e aprofundamento na área, em um local de referência, além de uma predisposição para pesquisa individual. Com relação ao ensino mais focado em uma formação crítica temos o seguinte posicionamento:

**Ad:** A minha motivação, além do particular, aliás, na verdade, perpassa a questão do aperfeiçoamento profissional, eu sempre tive um interesse grande, imenso, de forma leiga nos fatos do passado, sobre astronomia (...) Esse fato que estamos falando de desenvolver conhecimento crítico, eu penso e muito forte e agora, não assim, querendo fazer uma apologia, não puxando a sardinha ironicamente, mas a geografia ela dá uma cutucada na astronomia e vamos dizer assim, exacerbou mais essa motivação. Porque pelo fato da gente poder acessar conceito de outras áreas, isso aí deixa a gente, vamos dizer assim, parece que num turbilhão.

**Ch:** “... e a beleza da astronomia, questão da formação, o que a gente está fazendo aqui ou qual a importância do sol na nossa vida, isso tudo vai pro esgoto, passa batido. Não tem nem tempo para a gente trabalhar, na verdade. A verdade é essa. A minha expectativa é ver diferente.”



**Ti:** “...eu sempre tive muita vontade de conhecer mais sobre astronomia e principalmente uma curiosidade muito grande, como passar isso, como você conseguir passar isso para os seus alunos de uma forma que eles compreendam e você consiga construir isso de uma personalidade um pouco mais crítica e ao mesmo tempo que ele não fique totalmente alienado para aquilo, que no caso ele não olhe para o céu, mas que ele pelo menos consiga associar, aquilo ali é a lua, aquilo ali são as Três Marias, que ele consiga associar aquilo ali com alguma coisa para que ele não fique alienado (...) Eu ainda não comecei a trabalhar, tenho vontade de dar aula, ainda estou a procura, formei agora, mas tenho muita vontade de conseguir fazer com que o aluno tenha conhecimento e ele consiga construir o conhecimento dele, mas o conhecimento mais perto da realidade dele, porque foi dessa forma que eu fui fazer a geografia, uma professora levou a gente para fora de sala de aula e mostrou onde o sol nascia, onde o sol se punha, através disso que a gente conseguiu, eu e minha turma que era quarta e quinta série conseguimos construir os conhecimentos, à partir disso aí, isso aí nunca mais saiu da cabeça do aluno.”

Percebemos nesta última fala uma reflexão sobre a prática do professor a partir de uma experiência vivida, inclusive no sentido de pensar novas possibilidades de ação educativa, o fazer astronomia fora da sala de aula, trazendo o conhecimento para o cotidiano do aluno, para a vida real. Percebemos também certa percepção sobre a contribuição de outras áreas para o ensino da astronomia. No caso, a formação humana da geografia contribuindo para o ensino de astronomia, visto aqui como pertencente a área das ciências exatas apenas.

Os participantes não indicaram uma metodologia específica que utilizam para trabalhar astronomia. Algumas respostas sem detalhamento podem indicar que o trabalho com esses assuntos em sala de aula também é pouco aprofundado. A necessidade de participar de um curso de formação continuada muitas vezes é atribuída a total ausência de preparo na academia:

**Ch:** “A questão não é uma questão de ensino público ou particular, é uma questão de ensino que temos que rever. Quando eu vi a questão do título do curso Ensino Crítico de Astronomia, astronomia só poderia ser com ele, na mesma hora eu já liguei com o nome dele, ensino crítico vamos ver o que tem por aí, vamos tentar ver o que pode ter de diferente. A gente não aprende isso, a maioria das pessoas que conhecem astronomia e você mesmo é uma delas, aprendeu no tapa, aprendeu na curiosidade, enfiando a cara, batendo, entendeu? É difícil, eu acho que tem que aprender. Não só na geografia, mas a própria física negligencia de

mais a astronomia. O ensino médio inteiro, mal e porcamente eu vejo o sistema solar, a gente conhece um pouco do sistema solar, forças de interação ali e o que é bonito da astronomia a gente vira as costas. Entendeu? A gente vê a carga matemática, com potência de dez maluca e tudo o mais, o menino sofre com conta na nossa mão e tudo mais...”

**Ig:** “Eu acho interessante o curso, porque eu sou formada e isso a gente não tem na faculdade. E você acaba percebendo o quanto você está desatualizada quando você vê o livro didático que tem que trabalhar com o aluno. Ano passado eu peguei o livro dos alunos e vi que os planetas são oito e não nove e eu comecei a ver que eu tinha esquecido dessa informação e como é que eu vou trabalhar isso se a vida inteira eu trouxe aqueles conceitos e os livros estão trazendo outros para as crianças.”

**Cr:** “Eu senti a necessidade de estar fazendo esse curso justamente por esse grande dificuldade que a gente tem. A gente não aprende astronomia na faculdade, você explica coisa muito difícil, como é que você vai explicar uma coisa que você não entende?”

**Mo:** “Gente, eu preciso aprender um pouco mais, para eu levar para os meus alunos e mostrar como é.”

Estes relatos indicam também a dificuldade dos professores em abordar a astronomia em sala de aula. Este problema também é evidente quando eles procuram, de forma alternativa, incentivar o aprendizado de seus alunos, como na aplicação das provas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica:

**An2:** “Então, eu fui aplicar a prova para o primeiro ano do ensino fundamental, primeira série e tinha uma questão lá para você identificar o cruzador do sul e nem eu consegui identificar o cruzador do sul. (...) Uma criança de seis para sete anos. E você tem que sozinha, em um tempo livre que você não tem, achar onde ele está e levar.”

**An1:** “... você tem todo aquele cronograma a se cumprir e aí eu voltei a uma sala de aula do ensino médio, turma pequena, conhecia todo mundo pelo nome e o coordenador chegou para mim, obvio, com seis meses na escola, e disse ‘queria te pedir que esse ano você tomasse conta da OBAA. Eu disse nunca fiz isso, você sabe para o que eu estive lecionando nos últimos anos. Para minha surpresa foi uma coisa que me despertou, eu achei muito interessante, realmente, assim, uma prova que está fora da realidade daquilo que a gente ensina para os alunos e aí a gente começa a pensar, opa, é um problema e é a prova ou é a forma que estamos trabalhando na sala de aula. Porque às vezes é muito mais fácil falar que essa prova não condiz, eu não estou afirmando, mas será que não é para a gente

pensar um pouquinho, será que não é para a gente mudar um pouquinho o rumo dentro do ensino médio? Aí a gente fez algumas modificações, fomos para dentro de um sitio para fazer observações, usei o software que eles sugerem, passei alguns vídeos ao longo do ano e passei algumas coisas que eu procurei descobrir alguma coisa que a gente nunca tinha estudado na faculdade e ali a gente foi pela série de vídeos passando vídeos regularmente, discutir e colocar até livro para o pessoal ler, foi uma experiência muito nova, aprender um pouco sozinho, então, quando eu vi no site...”

A questão da falta de tempo para se dedicar aos estudos de aprimoramento profissional está clara, sendo citada diversas vezes durante o curso.

Para Menezes (1996), conhecer o conteúdo a ser ensinado é a primeira necessidade formativa dos professores e, mesmo nos casos em que houve formação inicial adequada, é necessário complementá-la, pois além dos conhecimentos fundamentais das Ciências, objeto de estudo, é importante que os professores conheçam ainda a história da Ciência, as estratégias de trabalho científico e as novas perspectivas científicas e tecnológicas, entre outras.

Após todos os professores entregarem os questionários, iniciou-se a apresentação do curso de formação continuada, seus objetivos e finalidades, um cronograma para os encontros posteriores e direcionamento das aulas. Verificou-se, neste primeiro encontro e a partir dos questionários, que nenhum professor participante estudou temas relacionados com a perspectiva CTSA durante seu curso de graduação ou em qualquer instância. Isto pode estar relacionado com problemas de estruturação curricular desses cursos, no que diz respeito a sua fundamentação didática, ou seja, não há consideração por parte destes currículos das orientações oferecidas pelas pesquisas em Ensino de Ciências e formação de professores, sendo exclusivamente positivistas. Foi apresentada uma questão para reflexão inicial: *existe alguma relação entre astronomia, astronáutica, tecnologia e sociedade?*

No desenvolvimento dessa discussão, os professores participantes revelaram seus anseios, necessidades, expectativas e também indicaram sugestões para o curso que estava se iniciando. Assim como evidenciado no questionário inicial, logo no início da primeira aula um aspecto ficou evidente: a falta de conhecimentos sobre esta ênfase na astronomia, ressaltando a necessidade de se

privilegiar nos encontros esta ausência de formação. A seguir encontram-se as transcrições das falas dos participantes durante essa primeira discussão:

**Le:** “(...) a experiência que eu tenho de astronomia eu aprendi em aula de orientação no quartel, quando eu servi no PRD aqui de Juiz de Fora e por acaso soltaram a gente no meio da madrugada em uma mata e a única coisa que a gente tinha para se orientar eram as estrelas, então, ou você aprende ou você aprende na marra e acabou saindo. Única forma de luz que tinha, eram as estrelas. A gente teve contato com uma carta, mas estava em um horário muito anterior, então, como a gente ia ler a carta no escuro? Então, o que deu para decorar na hora, a gente decorou, que foi o Cruzeiro do Sul e se deslocar com o máximo de cuidado possível, a partir daí eu fui buscar por conta.”

**Ad:** “Só uma coisinha, ilustrando, lembra do projeto SIVAM na Amazônia, Sistema de Vigilância da Amazônia? As informações vinham dos Estados Unidos, eles tinham o satélite e eles primeiro recebiam as imagens e repassavam as imagens que achavam que tinham que vir para cá, para São José dos Campos, eles sabiam primeiro que o Brasil o que estava acontecendo na Amazônia, você vê que se não tiver um aparato desse desenvolvimento nós ficamos para trás.”

Apresentamos então informações sobre o que seria uma proposta de ensino com uma QSC, e segundo Ratcliffe e Grace (2003) colocamos duas características próprias dessas questões para os professores. A primeira característica é que estas QSC sejam assuntos tratados com frequência na mídia local, regional ou global e, portanto, envolvem discussões controversas entre diferentes atores sociais. A segunda característica é a de que elas incluem elementos de pesquisa científica e tecnológica que implicam em questionamentos socioambientais ou éticos. Nossa análise relacionada à ética da exploração espacial, uso do espaço cósmico e política espacial internacional está baseada no documento produzido pelo Grupo de Trabalho Sobre a “Ética no Espaço Exterior” instituído pela Comissão Mundial de Ética do Conhecimento Científico e Tecnológico da UNESCO (COMEST).

No início do segundo encontro, com o objetivo de possibilitar os professores estarem posteriormente discutindo sobre questões sociais e ensino de astronomia, fizemos uma abordagem sobre a que se refere um ensino crítico e o uso de questões sociocientíficas no ensino de ciências, mostrando exemplos de

experiências já realizadas em outras áreas como ciências biológicas, química e física.

Com relação a esta abordagem, procurando temas que estão constantemente na mídia e trabalhando com os alunos em sala de aula, temos a seguinte manifestação:

**CI:** “Mas eu acho que a gente é mais fácil. Por exemplo, eu já trabalhei em sala com vídeos, onde a gente vai no YouTube, acha um vídeo, aí a gente pega as crianças, traz aqui no centro de ciências. É muito mais fácil. Quando eu questionei com você, eu quis dizer que é mais direcionado ao fundamental II até o ensino médio. Assim, essa questão. Igual eu comentei...”

Aqui, o professor faz referência ao trabalho com crianças do primeiro segmento do ensino fundamental, mostrando ter mais flexibilidade em trabalhar os conteúdos neste segmento do que em séries mais avançadas, embora ela acredite que este conteúdo seja mais direcionado para os estudantes avançados. A justificativa para tal posicionamento vem a seguir:

**CI:** “Eu acho ainda muito mais simples a gente introduzir esse assunto com eles, porque nós temos recursos, nós temos um tempo aí gasto, porque nós também temos que cumprir o conteúdo e o livro, porque os pais, se a gente não cumprir, eles compraram... Eles pagaram caro no livro. Então pra gente, eu penso, que é mais tranquilo, porque a gente tem mais recursos... Mas quem trabalha em privado, eu acho, também deve ter o mesmo problema que eu enfrentaria se eu não cumprisse.

Está presente a ideia da separação entre o currículo tradicional e o trabalho alternativo sobre uma ênfase diferenciada de ensino. A segunda opção ainda é vista como uma transgressão ao sistema escolar, uma forma de burlar o sistema, e não uma alternativa válida para o ensino.

Com relação as fontes de consulta para o trabalho docente, as falas indicaram o uso de programas de TV, vídeos e realização de pesquisas na internet. É preocupante imaginar quais tipos de informações estariam sendo consultadas na internet por professores provavelmente despreparados com relação aos conhecimentos necessários para fazer a crítica do material disponibilizado nesses meios.

Apesar de existirem muitas informações na mídia em geral sobre questões relacionadas a astronomia, é importante ressaltar que há uma distância muito grande entre informação e conhecimento. E, em seu trabalho diário, o professor trata do conhecimento e não apenas informa seus alunos. Sendo assim, ele próprio não pode se embasar em informações e opiniões nem sempre confiáveis sobre um assunto, mas sim construir um conhecimento. Este processo de busca de informação sobre conteúdos que não foram trabalhados em sua formação acadêmica fica claramente exposto na fala a seguir:

**CI:** “Então o que acontece? Voltando um pouquinho atrás, já que o senhor jogou... eu acho, né... eu acho, e na verdade todos nós sabemos, que a nossa sociedade ela não é... ela não foi capacidade pra argumentar, né, questionar, criar perguntas e debater. Então fica toda essa sociedade engessada, né, recebendo informação, passando a informação, até mesmo na faculdade. Na faculdade, as vezes você recebe aquela informação, aí você, as vezes, a minoria, que são os mais interessados, vão em busca de outras fontes, e por aí vai. Essa questão social, que a gente não é formatado pra isso. Não temo essa, vamos dizer... vou ser bem bruto agora... capacidade disso.”

Nos minutos finais desta primeira aula de apresentação, propusemos a leitura de dois textos previamente selecionados devido a suas relações entre o uso do espaço e astronáutica. A ideia inicial foi despertar os participantes para a possibilidade de trabalhar o tema em sala de aula a partir de artigos de revistas e jornais. Detectamos que existe certa dificuldade entre os professores para procurar fontes seguras de informação dentro da área. Ambos os artigos foram selecionados da Revista Espaço Brasileiro (Agência Espacial Brasileira), edição de julho/2011. O primeiro intitulado: Lixo Espacial: O Perigo que Vem do Céu, o segundo uma opinião do vice-presidente da Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial (SBDA), José Monserrat Filho, sobre o Uso Sustentável do Espaço: Desafio do Século XXI. Apenas dois participantes revelaram seu ponto de vista:

**Ad:** “Vamos lá Cláudio, a gente terminou, porque se não vamos conversando muito e vamos viajando. Sabe que eu tive e tive mais de uma vez, tive um tipo de depoimento de nunca ter visto, não saber que era assim.”

**Pesq:** “De quê?”

**Ad:** “Do jeito que a gente está pensando agora.”

**CI:** “É outra abordagem.”

Interpretamos a não manifestação dos demais professores a partir da observação nas posturas em sala. Neste momento percebemos que seria necessária, nas aulas seguintes, uma intervenção do pesquisador para alavancar uma discussão sobre os textos.

O segundo encontro:

O segundo encontro foi iniciado com a apresentação de diversas imagens astronômicas aos participantes com o objetivo de averiguar seus pontos de vista a respeito e coletar informações sobre como seus alunos receberiam tais imagens. A ideia principal foi a de captar suas perspectivas de trabalho diante daquilo que mais intriga as pessoas em astronomia, que são as imagens. Foram apresentadas fotografias de diversos planetas (de sondas espaciais, telescópios terrestres e orbitais) inclusive da Terra, da Lua e sua superfície, galáxias, nebulosas, o Sol em diferentes filtros, astronautas dentro de estações espaciais e fora delas, cometas e asteroides, sondas espaciais e lançamento de foguetes e ônibus espaciais. Algumas perguntas colocadas pelo pesquisador para serem pensadas ao longo da discussão foram: Que tipo de ideias e percepções estas imagens trazem a mente em termos de ensino de astronomia? O que os inspira ao verem estas imagens? O que vocês imaginam que passa pela cabeça de seus alunos quando eles se deparam com elas nos livros didáticos? Elas constituem um bom material para ser trabalhado em sala de aula, “é tranquilo”? Uma colocação inicial foi:

**Ad:** “Tranquilo não. O aluno, pra uma aula de mistério, de desconhecido, de infinito, né, se fala muito nisso, como enxergar tão longe, a distância, né, são muitos grandes. Então fica essa aula, esse clima de desconhecido.”

Entendemos haver aqui uma possibilidade de motivação das aulas a partir da apresentação deste tipo de imagens, que, segundo o participante, instiga perguntas que permitem abordar aspectos relacionados a diversos tópicos do conteúdo curricular formal. Ao mesmo tempo, percebe-se não existir aparentemente nenhuma correlação com o cotidiano do aluno. Na sequência instigamos:

**Pesq:** “Isso é o que você pensa, ou o que você acredita que pensa o aluno?”

**Ad:** “Não, no fundo eu penso também, né. Mas eu acho que é... isso é o que eu ouço, o que bastante eu ouço.”

**Cl:** “Bom, pra mim isso aqui é tudo uma unidade. Eu acho que se o aluno pegar, por exemplo, a minha área é geografia, eu não vejo isso no livro de geografia, eu vejo no livro de ciências, sexto ano, imagina um aluno de sexto ano pegando um negócio desse e o professor está despreparado pra ensinar. Então pra mim isso aqui é totalmente novo.

**Pesq:** E isso é alguma coisa concreta, real, ou alguma coisa fantasiosa?

**Cl:** “Bom, assim que você pega um pouco de informação, passa a ser concreta, mas assim, de antemão, você vê, “isso não existe, é uma ilusão”.”

**Pesq:** A ideia é essa, que você não tem preparo pra trabalhar com isso?

**Cl:** “Sim. Até porque o material que a gente usa também, o que você tem, principalmente os livros didáticos, né, que é onde todo mundo se baseia, é o que? Só tem o sistema solar, o sol, os planetas e a lua. Acabou. Aí você fala, translação, você fala do Big Bang, acabou. A referência é essa, que acaba ficando muito distante da realidade.”

Conforme Langhi (2009) existe um círculo vicioso de formação ao longo da vida das pessoas relacionado à formação deficiente em astronomia, que faz com que o aprendizado de senso comum na área não seja superado em sua formação escolar. Sendo assim, o professor que não recebe na academia uma adequação de conhecimentos, acaba levando para a sala de aula estas concepções de vida, claramente retratada na fala acima.

Ainda com relação a estas imagens, o pesquisador perguntou ao grupo qual a impressão que tais imagens passam do ponto de vista educacional. Obtivemos as seguintes respostas:

**Cl:** “Igual eu falei, assim, eu também quando olhei falei assim, “ele deu isso pra que?”. Assim, pra mim também é novo, e acredito também que para as crianças, no caso da minha área que são menores, também... assim, como eles, eu também não saberia identificar. Não saberia.”

**Mo:** “Bom, a gente estava tentando fechar as respostas. Dependeria muito até do assunto da aula, porque isso você pode explorar diferentes formas. Por exemplo, falaram de tecnologia, poderia trabalhar a tecnologia a partir do momento que eu tenho aqui uma imagem, né, a partir de um elemento que eu não consigo trazer pra sala de aula e nem pra dimensão, mas é a partir da tecnologia que eu consigo chegar até o aluno, com essas aulas, por exemplo, com essas informações.”



**Pesq:** “Então você pegaria o gancho das imagens por si só, né, como sendo o resultado de uma aplicação de uma tecnologia pra obtê-las, por exemplo.”

**Mo:** “É. Por exemplo, eu sou da geografia, poderia trabalhar a questão do trabalho, né. O homem em transformação, o homem transformando seu meio. Aí eu poderia, no caso, América do Sul, né, trabalhando a América, no globo, em termos de ocupação do homem no espaço a partir das ruas, né, as principais cidades, megalópoles, enfim. E como o homem, que a gente teria a dimensão de Terra, aonde ele estaria aqui, ou se é possível que em outros instantes a gente tenha outras mudanças ocorrendo. Então a gente teria um pouco mais de reflexão nesse sentido. Penso eu. Por isso que eu falo assim, dependeria do assunto e da forma como... A geografia é muito fácil.”

Observamos uma predisposição de trabalho com as imagens apresentadas na área de humanas, mostrando claramente que alguns professores veem uma interligação da astronomia com esta área.

Neste instante abrimos um espaço para releitura e discussão em grupos sobre as questões apresentadas no final do encontro anterior. Apenas uma aluna estava se apresentando pela primeira vez no curso e não estava ciente deste questionário.

De acordo com os resultados do questionário inicial apresentado aos participantes, nenhum dos professores estudou temas relacionados com a perspectiva CTSA durante seu curso de graduação ou pós-graduação. Isto indica haver uma total marginalização da perspectiva CTSA na preparação desenvolvida nos cursos de graduação realizados pelos professores, fato relacionado à estruturação curricular destes cursos. Obviamente, nenhum dos professores atua diretamente e conscientemente com esta perspectiva de ensino de astronomia. Ao mesmo tempo, acreditamos não ser trivial a incorporação de temas que tenham alguma ênfase CTSA no currículo de astronomia, seja para a contextualização social dos conteúdos, seja para a motivação dos estudantes. Problematicar as implicações socioambientais e políticas dos conteúdos de astronomia e astronáutica em seu currículo não pode significar um enxerto, mas sim permear o currículo já existente.

Das respostas aos questionários, os seguintes temas relacionados com a perspectiva CTSA que os professores indicaram como sendo possíveis alternativas para trabalhar com os alunos foram os seguintes, segundo suas percepções iniciais de CTSA: alimentação dos astronautas e em ambientes com microgravidade ou em estado de imponderabilidade e sua implicação na saúde humana; a longevidade e o

envelhecimento em missões tripuladas prolongadas; o lixo espacial e seu impacto no meio ambiente; ética e os gastos públicos e sua relação com a sociedade; a quem pertence as descobertas fora do planeta Terra; sobre o marketing utilizado para estimular a liberação de recursos para as pesquisas na área. Claramente, percebemos as dificuldades dos participantes em encontrarem tais temas e atribuímos isso à formação acadêmica dos mesmos. Tal dificuldade não se verifica em áreas como biologia por exemplo. Identificamos também a dificuldade de todos os participantes em diferenciar uma questão sociocientífica e um tema convencional de Ciências. Este fato não está de forma alguma relacionado ao tempo de atuação dos professores, uma vez que o mais experiente dos profissionais trabalha no magistério há 25 anos e o iniciante, 1 ano. Outros dois participantes não atuaram em sala de aula até o momento. Além disto, nenhum deles teve preparação na academia para trabalhar na perspectiva CTSA, não estudando nenhum tema desta perspectiva durante sua formação, de acordo com o questionário aplicado. O caráter controverso de uma questão sociocientífica também não ficou muito evidente para a turma.

Verificamos também que os professores entenderam, a princípio, que tais temas poderiam ser trabalhados em algum momento durante o ensino de astronomia na sala de aula. González et al (1996) salientam a importância de investir maiores esforços para transcender a ideia de enxerto CTSA, procurando orientar o Ensino de Ciências a partir de temas CTSA que dê valor a interdisciplinaridade como uma característica importante da inovação curricular, de tal forma que o ponto de partida nos processos de ensino não seria necessariamente os conteúdos disciplinares, pois seria mais pertinente partir de questões sociocientíficas ou ambientais que possibilitem o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e conhecimentos sociais, econômicos e políticos. Entendemos que é possível construir um espaço pedagógico enriquecedor e motivador para que os estudantes e professores compreendam os conceitos de astronomia e suas implicações socioambientais em contextos globais e quem sabe até mesmo locais. Para isto, é preciso articular conhecimento das Ciências sociais com conhecimentos das Ciências da Natureza a partir dos aspectos sociais e ambientais da Ciência e Tecnologia.

Concordamos com Pedretti (2003), que a perspectiva CTSA a partir de QSC é uma forma de repensar as limitações da atual lógica disciplinar no Ensino de

Ciências, de modo que possam constituir-se novas possibilidades, no nosso caso, para a construção de um currículo de astronomia pautado pela integração de diferentes conhecimentos pedagógicos e disciplinares.

A abordagem de questões sociocientíficas nos processos de ensino de astronomia e astronáutica representa uma oportunidade para construir um currículo de astronomia integrado, pois ao trabalhar possíveis questões tais como as já citadas aqui, os professores terão a oportunidade de discutir com seus estudantes conceitos científicos, bem como as implicações éticas e ambientais do uso das pesquisas científicas de acordo com diferentes interesses sociais e políticos.

Conforme Reis (2004), a importância de tal abordagem no Ensino de Ciências é justificada não somente pelos conhecimentos que mobilizam acerca de conteúdos e procedimentos científicos e tecnológicos, mas também pelas potencialidades educativas destas questões no que se refere ao desenvolvimento pessoal e social de professores e estudantes.

Embora estas possíveis questões sugeridas tenham a ver com aspectos ambientais, sociais, políticos, econômicos, éticos e de saúde, podemos agrupá-los em diferentes dimensões de acordo com o foco de cada questão, um tanto específico. Algumas seriam mais pertinentes para trabalhar o raciocínio ético e moral com os estudantes, pois evidenciariam uma situação vinculada ao julgamento ético. Neste caso temos uma dimensão ética e citamos: as normas de convivência dos astronautas em confinamento por longos períodos de tempo no espaço, ética e os gastos públicos e sua relação com a sociedade; a quem pertence as descobertas realizadas fora do planeta Terra; sobre o marketing utilizado para estimular a liberação de recursos para as pesquisas na área. No caso de uma dimensão de saúde humana e indiretamente pública temos: alimentação dos astronautas e em ambientes com fraca gravidade ou em estado de imponderabilidade e sua implicação na saúde humana; a longevidade e o envelhecimento em missões tripuladas prolongadas. No caso de uma dimensão ambiental temos: o lixo espacial e seu impacto no meio ambiente;

Após um esclarecimento em um dos encontros iniciais, sobre a natureza de uma questão sociocientífica, observamos certa elucidação mais aprofundada por parte de alguns participantes com relação ao objetivo do curso:

**Ad:** Eu acho que a gente tem uma cultura bem nova ainda. E a questão do texto aqui, eu acho que pode ser usado em todas as áreas, né. Por exemplo, recursos naturais, degradação da camada de ozônio, geração de lucros, emprego, empresas privadas operando, e com isso havendo a concorrência, né. Porque quando você joga na empresa privada, começa a questão da concorrência, e abaixar o preço do produto. Então será que isso é vantagem? E a questão também que está falando aqui, que deu pra comprovar nitidamente... isso é a minha opinião... que os Estados Unidos, entre aspas, está quebrado, então ele não pode tirar uma verba e jogar na NASA, né. Ele precisa de âncora pra estar fazendo isso. Então eu acho que foi uma jogada muito boa do Obama, né, liberar... fazer essa questão de tentar liberar isso para as empresas privadas e elas correrem atrás. Com certeza, quando se fala em empresa privada, eu acho que vai ser bem mais rápido isso daí, né, porque elas começam a competir entre elas, e no mundo inteiro. E com isso, recursos que não vão faltar aí. Entre outras coisas aí, né...

**Cl:** Eu acho que a questão de dinheiro, você falou muito da questão no espaço, né, baixar o custo vai tornar... Apesar de ser privado, podem ser criados mecanismos de aplicação desse dinheiro. Ou pelo menos de parte desse dinheiro. Se parte desse... se pesquisou, correu atrás, investiu, ele tem direito ao lucro dele, mas ele pode dividir esse lucro um pouco. Porque esse tipo de empresa, quando ganha, ganha demais. Quando perde, perde muito, mas quando ganha, ganha demais. E se você conseguir trabalhar essa questão numa divisão de lucros, né, ou seja, o benefício disso pra sociedade, aonde isso aí vai chegar na sociedade? Que parte desse lucro pode ser usado pra trazer benefícios para o resto da sociedade? Eu acho que aí toma até um rumo um pouco mais confortável, você incentivar, porque amanhã a pessoa, uma pessoa relativamente humilde, que aparentemente nunca iria... vai ter um benefício daquele, vai estar recebendo um tipo de benefício, por obrigação, não é por prazer, por obrigação. "Parte desse lucro você vai ter que usar no desenvolvimento sustentável de uma região carente, no desenvolvimento... investir em educação numa região menos favorecida"... Aí é utopia, né. Que esses investimentos fossem globais, e não nacionais, né. Porque não adianta. A empresa é americana, eles vão querer investir dentro do americano. "Não, mas e a África? Vamos lá, vamos dar aquele povo lá".

As falas que foram consideradas aqui anteriormente representam uma evidência de uma compreensão inicial do caráter controverso das questões sociocientíficas, o que é desconsiderado totalmente no Ensino de Astronomia tradicional.

Embora as características das questões sociocientíficas dificultarem sua abordagem no ensino por exigirem uma concepção de ciência em evolução e transformação (contrária à concepção tradicional), elas exigem desistir da neutralidade dos conhecimentos científicos por fazerem parte de dinâmicas políticas que envolvem atores sociais que se posicionam em função de seus interesses. A partir das falas anteriores, percebemos a discussão coletiva dos professores sobre a nova possibilidade de abordagem de temas relacionados à astronomia por perceberem, mesmo que de forma modesta, o caráter controverso das possíveis questões. Um problema posterior é a necessidade dos temas serem transformados em questões devidamente elaboradas. Eles devem ser problematizados e contextualizados socialmente perante o aluno, de modo que o professor possa repensar sua prática. Estes temas por si só não constituem uma questão sociocientífica pura e simplesmente.

Obtemos diferentes posicionamentos dos professores quando perguntados sobre como seus alunos receberiam uma atividade de leitura inicial sobre um texto de astronomia adequado ao trabalho com QSC em sala de aula:

**Ta:** Um pouco de indiferença, com certeza, porque isso não os afeta diretamente. Estou trabalhando com uma classe social muito bem definida. Eu tenho uma característica muito bem definida, que é muito caracterizada pela arrogância, pela prepotência. Então o perfil de um aluno de uma classe social muito caracterizada. Um pouco assim, de desdenho, com relação a isso, tá? Porque aqui é o imediatismo, né, “aquilo que não me traz benefício imediato, amanhã...”, “então não interessa. Amanhã eu vou viver amanhã”. Até mesmo pela idade...

**Ch:** Assim, uma classe também, né, um pouco parecida, mas eu comentei com você que eu começo as minhas aulas questionando um pouco essa coisa que eu coloquei aqui no intervalo, que eu falo da viagem pra procurar planeta de possível habitação dos seres humanos. “Qual que é a intenção disso? Por que fazem isso? É pra poder trocar Facebook, mandar recadinho?” Então eu levo um pouco disso nas primeiras aulas antes de falar de transformação de unidade, antes de falar de equação, eu vou viajar com eles nesse sentido. Eu percebo que eles ficam assim, “Ah? Espera aí, o que? Como que é? Não, então pra que é? É pra você ir lá viajar? Pra que é?” Então, eu até te perguntei se a gente tem que levar o debate sem uma linha de pensamento, porque na verdade eu já vou induzindo, né?

**Sa:** Mas a gente tem que alfinetar, senão não sai nada. Nem ler eles vão querer ler. Se a gente não alfinetar...

Buscaremos compreender melhor os motivos que dificultam a problematização do ensino tradicional de astronomia ainda presente nos currículos. Conforme análise das respostas dos questionários e de um dos encontros, identificamos que os professores concordam em ensinar os conteúdos propostos pelo governo para o ensino de astronomia. Mais do que isto, os professores das séries iniciais estão totalmente atrelados ao conteúdo apresentado pelos livros didáticos, representando uma dificuldade em buscar outras fontes de informação para enriquecer os programas e atividades. Como o currículo proposto pelo Ministério da Educação, através de seus parâmetros curriculares nacionais é uma diretriz externa dos professores, ele muitas vezes é interpretado erroneamente como sendo algo que reduz o trabalho docente a uma questão metodológica que, aliada ao despreparo acadêmico na área, limita as possibilidades do profissional definir o que ensinar, embora tenha ainda uma flexibilidade sobre o como ensinar. Esta ideologia reduz o ensino à transmissão de conteúdos abordados de forma desinteressada e permeado de uma neutralidade política, ficando em segundo plano o porquê, para quê e para quem ensinar astronomia. Vários autores criticam esta instrumentalização do ensino tais como APPLE (2002a; 2002b); CONTRERAS (2002). Quando perguntados sobre os conteúdos trabalhados em astronomia, temos as seguintes respostas por parte dos professores que atuam nas séries iniciais:

**Ig:** Embora esteja fora de sala de aula, tenho contato com livros didáticos nos quais são abordados com mais frequência o sistema solar de uma forma bem superficial.

**Th:** não ensino, reproduzo através do livro didático.

**An1:** Não conheço o que o governo propõe, mas preciso ensinar a parte referente à gravitação.

**Le:** Orientação através dos pontos cardeais, sistema solar.

**Al:** Calendário e sistema solar.

**Ad:** Trabalho o planeta Terra, sua constituição e a proporção de água, biomas e questões mais ecológicas,

**An2:** Universo e sistema solar, mas falta prática pedagógica.

**De:** Céu, luas, tempo, dia e noite, meses, ano bissexto, movimentos da Terra.

**Ma:** Na verdade, eu na minha posição atual, onde leciono para os alunos do quarto ano, tenho, ou melhor dizendo, devo trabalhar sobre esses temas, mas na verdade, eu não sei, não tenho orientações sobre como devo

trabalhar tais assuntos, pois os livros didáticos disponíveis não têm explicações orientações, objetivas como deveriam.

**Ig:** Educação ambiental, universo.

**Ro:** nenhum desses porque tenho alunos autistas e o máximo que conseguimos é nomear alguns astros. E anterior a isso eu trabalhava com a educação infantil onde abordava vagamente esse assunto.

Verificamos que o professor que trabalha com alunos autistas, embora trabalhe com uma clientela extremamente diferenciada, ainda assim procura desenvolver um trabalho adaptado, e não deixa a astronomia de lado. Nestas falas transparece, de certa forma, que o currículo proposto pelo Ministério da Educação, através de seus parâmetros curriculares nacionais, é entendido como responsável pela definição do que deve ser ensinado, legitimando a ideologia tecnicista do currículo tradicional, condicionando os professores a aplicar as definições do currículo. Esta ideologia tecnicista do currículo tradicional em astronomia pode constituir uma dificuldade a ser enfrentada pelos professores e pesquisadores que desenvolvem propostas críticas que levem em consideração as questões éticas, ideológicas, culturais e políticas do ensino, que é a concepção de ensino da perspectiva CTSA.

Por sua vez, identificamos na fala de dois professores de física do ensino médio uma espécie de denúncia contra o sistema, o que fortalece a ideia de que na verdade os limitadores de currículos podem ser os programas de ingresso na instituições de ensino superior. Também há uma consciência da possibilidade de trabalhar a questão da cidadania através da tecnologia espacial:

**Ti:** O tratamento dado ao estudo de física nas escolas se restringe ao conteúdo programático desenvolvido com base nos editais liberados pelas diversas universidades do país. Com isto assuntos de grande importância se perdem em meio a leis e cálculos muitas vezes decorados para as provas trimestrais. Assuntos por exemplo voltados ao desenvolvimento tecnológico e aeroespacial no Brasil e no mundo são muitas vezes pouco trabalhados ou nem falados em sala de aula.

**So:** uma outra questão que eu gostaria de abordar é a de que os livros didáticos não incluem em seus textos as discussões sobre a importância – de ordem política, econômica, social e ambiental – das pesquisas espaciais. Nos livros, pelo menos com os quais eu trabalho, encontramos informações (conteúdo didático) sobre gravitação universal, leis de Kepler, etc., mas as

implicações destas teorias sobre a sociedade são negligenciadas, ou seja, não é feito vínculo nenhum entre a ciência produzida e seu impacto sobre nossas vidas. O tema “pesquisas espaciais” é multidisciplinar. Portanto, pode ser trabalhado dentro de várias disciplinas como história, geografia, física, matemática, ciências e etc.

Percebemos então que o currículo de astronomia ora é percebido como instrumento de transmissão de conteúdos, na sua maior parte pelos professores das séries iniciais, ora percebido como uma construção social que envolve possibilidades, normalmente pelos professores do ensino médio.

Segundo nosso ponto de vista, os participantes do curso entenderam que estes posicionamentos não representam um abandono da ideologia tecnicista do currículo, mas sim um avanço no sentido de novas possibilidades oportunidades de trabalho na área. Tais possibilidades permitem uma libertação do controle de um sistema que impõe e legitima certos conteúdos (tido como acabados e verdadeiros) em detrimento de outros. Em termos de formação continuada de professores tais discussões no curso mostram que o currículo de astronomia pode ser repensado e reconstruído de acordo com a necessidade educacional. Alguns autores e teóricos do currículo escolar questionam a ideologia tecnicista dos currículos escolares e a legitimação de certos conteúdos (APPLE, 1999; 2006; GIROUX, 1997).

#### Os demais encontros

O objetivo dos encontros seguintes foi desenvolver uma discussão em torno de leituras de textos que envolvem a pesquisa espacial. Percebemos que os participantes não tinham muito conhecimento sobre fontes de informação seguras que lhes permitissem encontrar material suficiente para trabalhar com seus alunos em sala de aula. A maioria se referiu à internet como a fonte mais fácil e imediata a ser consultada caso desejassem desenvolver este trabalho, e noticiários dos telejornais. Nenhum deles conhecia as revistas de divulgação da Agência Espacial Brasileira, nem citou a REVISTA FAPESP, Scientific American, ou Ciência Hoje. Também não fizeram referência a vídeos documentários. Dois deles se referiram às revistas Galileu e Super Interessante. Apresentamos o artigo “A promissora ampliação dos negócios orbitais” da revista Scientific American Brasil, 2010, que aborda a privatização das atividades espaciais.



Após a leitura do artigo e feitas as ponderações e anotações entre os membros dos grupos, abrimos para as falas individuais sobre as possibilidades de se trabalhar os temas em sala de aula. Percebemos de imediato uma indisposição inicial de motivação dos alunos, representando o fato de que a leitura de textos em ciência ainda é vista como obstáculo pedagógico:

**Al:** “Mas a gente tem que alfinetar, senão não sai nada. Nem ler eles vão querer ler. Se a gente não alfinetar...”

**Th:** “... eles vão querer ver primeiro se tem figura...”

**Ti:** “Aí professora, tem que ler isso tudo?”

**Le:** “Você tá de sacanagem comigo. Quatro folhas? A gente só tem cinquenta minutos de aula”.

**Al:** “É assim mesmo. E se você mandar ler em casa, ninguém lê, né?”

**Th:** “Só vai ler se valer ponto.”

**Ch:** “Você pincela aquele assim, 5%, 2% ali que realmente vão ler em casa, vão ler ali, vão ler acolá. Porque é dele, não é... entendeu? É a personalidade dele.”

**Ta:** “A gente também pode... Eu estava aqui terminando de ler, falei assim, “como eu vou levar um texto desse tamanho?”, né. Eu pensei em recortar parágrafos mais importantes, fazer uma colagem e levar. Desse tamanho não dá...”

**Ch:** “É gente, você vai fazer um trabalho deste em sala, dependendo da clientela, você tem que selecionar bem o que você vai usar pra eles lerem, senão não rola.”

Existe a intenção em adaptar o material à clientela, significando que por parte de alguns professores, o conhecimento das características sociais dos alunos determina a forma com que o material utilizado deve ser direcionado. Ao mesmo tempo, alguns apresentam certa insegurança quanto à procura de fontes de pesquisa.

Um dos participantes, professor com formação na área de ciências humanas, questionou o artigo com relação a suas implicações econômicas:

**An2:** “Agora, as questões de minimização de custos aqui, essa mencionada no artigo, tá, pra quem? Mesmo minimizando esse custo, né, diminuiria pra quem?”

Este questionamento deu início a uma discussão generalizada, mostrando as diferentes formas de argumentação segundo as diferentes formações:

**Cl:** “Uma coisa que eu não perguntei ao Cláudio. Pra que? Pra que?”

**De:** “Será que tem alguma coisa por trás disso do que simplesmente viajar, pra passear? Não é possível tanto dinheiro...”

**An1:** “Ué, não há recursos ali. A NASA não está com recursos, tá? As grandes potências não tem recursos mais, não se justifica mais, até a nível público, aqueles novos investimentos, aqueles novos orçamentos. O cara está fazendo como em outras áreas fazem, passa essa bola em parceria pra iniciativa privada. Ela vai colher os ouros disso. Vai colher. Ela vai...”

Nesta última fala percebemos um questionamento sobre as vantagens da iniciativa privada em participar dos projetos espaciais e seu interesse econômico. Outros participantes complementaram com um questionamento sobre a participação governamental e suas implicações sociais:

**Cl:** “Agora, eu acho que teria que ver qual seria a função de um governo. Qual é o benefício que isso traz para o social? Não...”

**Al:** “Eu até acredito... eu acho que a pessoa pode trabalhar motivada por lucro. Mas ele não precisa ser motivado pela ganância. E aí é o que acontece...”

**Ro:** “Tá. Passou pra mão da privada. Ele, em contrapartida, deveria financiar alguns alunos, a gente estava comentando aqui, não dos Estados Unidos, na própria América do Sul, ele deveria financiar então estudos de jovens?”

#### 4.2.3 Análise dos questionários e relatos dos participantes

Considerando o questionário aplicado aos alunos participantes no início do curso, iniciamos com a apresentação oral dos alunos sobre seus conhecimentos de astronomia e a forma na qual trabalham este conteúdo em sala de aula, além de verificar a segurança com a qual trabalham o tema. A primeira pergunta sobre os conteúdos trabalhados nos mostrou um grupo de professores que praticamente não trabalha astronomia, sendo este o grupo de formação em pedagogia, confirmando os estudos recentes sobre consciência da má formação de professores para se trabalhar astronomia nas séries iniciais. As respostas constam da categoria 3 sobre

conhecimento prévio sobre astronomia e conteúdos trabalhados, subcategoria 3.1 sobre conteúdos e conhecimento da legislação:

**Pergunta: Quais dos conteúdos propostos pelo governo (ambiente e recursos tecnológicos) são trabalhados por você em sala de aula, dentro dos temas: céu, astronomia, universo, sistema solar, gravitação, etc.?**

**Ad:** Não ensino – reproduzo através do livro didático.

**So:** Eu não conheço o que o governo propõe, mais preciso ensinar a parte referente à gravitação.

**Ro:** Na verdade eu na minha posição atual onde leciono para os alunos do 4º ano, tenho ou melhor dizendo, devo trabalhar sobre esses temas, mais na verdade eu não sei, não tenho orientações sobre como devo trabalhar tais assuntos, pois os livros didáticos disponíveis não tem explicações e orientações, objetivas como deveriam.

Alguns professores destas séries iniciais mostraram maior conhecimento do tema, mas de modo geral os professores das séries mais avançadas e do ensino médio já apresentaram maior conhecimento sobre os conteúdos a serem trabalhados. Alguns trabalham a questão ambiental, como aqueles com formação em Ciências biológicas:

**Mo:** Terra céu de maneira superficial, trabalho também meio ambiente e sistema solar.

**De:** Sistema solar, movimento de rotação, translação, etc.

**Ma:** Sempre trabalhei com educação infantil, trabalhava coisas bem simples como o céu, (dia, noite, sol, lua, estrelas, tempo, frio, calor, chuva).

**An1:** É importante que os cidadãos de todo país desde cedo possam explorar e ter uma ideia sobre o planeta.

**Le:** Movimentos da terra (rotação e translação).

**Ti:** Educação ambiental, universo.

**Th:** Trabalho (céu), luas, registro com desenhos tempo, dia, noite. Meses do ano, ano bissexto.

**Al:** Sistema solar movimentos da terra.

**An2:** Universo e sistema solar.

**Ig:** Principalmente sistema solar.

**Cl:** Sistema solar.

**Ro:** Embora esteja fora da sala de aula tenho contato com livros didáticos nos quais são abordados com frequência o sistema solar de uma forma (mais) bem superficial.

**Cm:** Eu trabalho o planeta terra, sua constituição e a proporção de água, biomas, questões mais ecológicas.

Sobre as práticas relacionadas ao tema astronomia, sugiram manifestações de trabalhos em quase todos os segmentos, a não ser no ensino médio. Entre as práticas, a apresentação de vídeos é considerada como atividade alternativa. Estas respostas constituem a subcategoria 3.2 sobre desenvolvimento de práticas:

**Pergunta: Você desenvolve alguma prática sobre o tema com seus alunos? Qual(is)?**

**Ad:** Ainda não cheguei neste ponto.

**Mo:** Quando trabalhei sistema solar foi apresentando aos alunos um pequeno vídeo sobre o mesmo.

**Ro:** Enquanto professora regente procuro sempre diversificar e ampliar de acordo com o ano de atuação. Práticas como movimentos do sol uma fonte de luz física, relógios de tempo diversos, observação do “lugar que o sol nasce”, e das diferentes “formas” que a lua aparece no céu (dentre outras) são praticas próximas aos alunos que prefiro adequar em minhas aulas.

**De:** Confecção de maquetes, utilizo vídeos, orientação pelos pontos cardeais.

**Ma:** Falta prática pedagógica e material adequado. Raramente. E quando acontece é superficial.

**An1:** Sim, uma das práticas foi apresentada sobre o tema, terra e seus movimentos de rotação e translação, foi apresentado através de uma bola de isopor tamanho médio representando a terra, colocada sobre um arame para girar fazendo os movimentos, o de translação cobri um lado do isopor com um pano preto, e a outra metade peguei uma lanterna representando a luz solar. Explicando o movimento de terra quando o sol transpõe explicando o movimento da terra quando o sol transpõe explicando o movimento da terra quando o sol transpõe passando sobre ela. Deixando um lado escuro, e o outro com luz.

**Ch:** Eu já fiz, para meus alunos, poesias falando deste assunto.

**Le:** Sim, orientação através dos pontos cardeais, rosa dos ventos, maquetes, etc.

**Ch:** De observação.

**Sa:** Leitura de textos, observação de fotos, trabalho de campo.

**Ti:** Não, só livro didático.

**Ta:** Já trabalhei no passado em um projeto sobre o céu, eu e minhas amigas fizemos uma exposição e decoramos com um plástico preto nuvens e estrelas de cor dourada, ficou muito bonito.

A pergunta seguinte fez referência à consciência do participante como parte integrante do universo e seu posicionamento espacial. A intenção foi verificar a capacidade de discurso e as condições em que eles se encontravam como professores para ensinar os conteúdos de astronomia com uma visão crítica sobre aquilo que precisam ensinar (categoria 4 sobre dificuldades e limitações para abordar a astronomia, inclusive sob o enfoque CTSA e QSC, subcategoria 4.1 dificuldades de concepção):

**Pergunta: Como você, professor, se situa como parte do sistema solar? Tem noção das nossas vizinhanças no espaço? Sabe até onde conhecemos atualmente? Tem noção de espaço e de tempo?**

**So:** Nunca parei para pensar nisto, não tenho muita noção desse assunto.

**Ro:** Não sei responder essa pergunta, não tenho conhecimento.

**Ch:** Vivo nele (Na terra)...

**Sa:** As noções de espaço que conheço acredito serem limitadas, assim como a da grande maioria das pessoas, acredito que apenas conheci a dimensão do sistema solar e pude perceber que não tenho nenhuma concepção concisa da minha situação perante o mesmo, e que as vizinhanças são remotas em minha vivência, quando comecei a trabalhar no planetário do centro de ciências. Quanto ao tempo e espaço apenas possuo o conhecimento básico necessário ao estudo e ensino de física.

Entendemos que a pergunta talvez tenha sido mal compreendida pelos participantes, tamanha sua profundidade. Ao mesmo tempo, verificamos que as únicas respostas extensas foram dadas pelos professores com formação em física, que possivelmente se familiarizaram com o vocabulário utilizado, mesmo assim se mostraram inseguros diante do assunto. A próxima pergunta é uma continuação da anterior.

**Como vemos daqui do planeta Terra, o sistema solar? Como associamos esta nossa percepção de localização ao cotidiano do aluno? Quais as práticas que você conhece que permitem isto?**

**Cm:** Não sei. Não conheço praticas para se trabalhar esse assunto.

**Ta:** A noite, por meio da observação do céu. Por meio de luneta, ou outro instrumento semelhante;

**Ro:** Conseguimos observar alguns planetas, que fazem parte dele e outras inúmeras estrelas que não conseguimos identificar o sistema como um todo, e acredito não termos nenhuma visão do sistema solar. Nenhuma.

Algum conhecimento da observação do céu como ferramenta prática para o ensino da astronomia nos é apresentado aqui. Porém, a incapacidade coletiva de discorrer sobre o assunto é percebida pelo número pequeno de respostas, até mesmo no sentido de negação do conhecimento sobre ele. É nítida a falta de consciência planetária e a desconexão entre os conhecimentos a serem ensinados e a formação cidadã, consciente e crítica, uma vez que os próprios professores não a possuem.

Com relação à segurança para transmitir o conhecimento, avaliamos a seguinte questão (categoria 4 sobre dificuldades e limitações para abordar a astronomia, inclusive sob o enfoque CTSA e QSC, subcategoria 4.2 segurança e domínio do tema):

**Pergunta: Quais as dúvidas que frequentemente surgem dos alunos, e quais você não se sente apto(a) a responder com convicção?**

**Ro:** Por causa da síndrome eles não questionam e eu juro que não compreendo muita coisa.

**Ch:** Quando todas as pessoas poderão ir conhecer astros, planetas, do que eles são feitos, como seria viver neles, etc.

**Th:** São várias. Uma delas. Porque plutão deixou de ser um planeta?

**Ad:** Plutão (porque não é mais planeta?) dificuldade de entender o movimento da terra talvez não consegui explicar bem, significado de palavras.

**So:** São poucas as dúvidas, pois este assunto é pouco discutido e talvez eu não tenha despertado a sua importância.

**Mo:** Porque a terra gira e nós não caímos? Porque astronautas não correm no espaço? Porque as coisas flutuam.

**De:** As mais diversas, sobretudo em relação aos planetas e movimentos da terra, etc. quanto a responder com convicção respondo sempre em função do que conheci, do que os livros trazem e pesquisas, mas não me sinto apto a responder com convicção.

**Le:** As dúvidas são muitas, com relação à gravidade, inclinação do eixo terrestre, atmosfera etc.

**Sa:** Como ficamos presos na terra e não (ficar) saímos voando pelo espaço? Porque as estrelas não saem do lugar?

**Al:** Eu não me sinto segura para ensinar astronomia, pois somente estudei este assunto quando fiz ensino fundamental. Na escola em que leciono, esta disciplina está no programa e no livro, mais eu pulei esta matéria para ter mais tempo para me preparar.

**Cl:** Às vezes surgem dúvidas sobre o universo, fases da lua e não me sinto convicta com a resposta, por ter estudado o assunto.

De um modo geral, as dúvidas apresentadas aqui nos parecem serem também as dúvidas dos próprios professores, conclusão que chegamos a partir das próprias perguntas feitas pelos participantes dos outros cursos oferecidos pelo pesquisador, como na fala de Th: “Porque plutão deixou de ser um planeta?”. Esta pergunta é muito comum nos cursos que oferecemos.

Procuramos também evidenciar a forma com que os participantes percebiam a relação entre astronomia e sociedade a partir de um novo questionário, aspecto que reflete suas concepções segundo suas experiências de ensino, formação acadêmica e trajetória de vida. As respostas se inserem na categoria 1 sobre compreensão da relação CTSA, Astronomia e sociedade.

### **Pergunta: Do ponto de vista social, que importância você vê no aprendizado da astronomia?**

**Ig:** Aumentar o conhecimento.

**Cm:** Muitas, pois fazem parte do nosso cotidiano.

**Le:** O aprendizado é muito importante, tem tudo a ver com a vida do ser humano.

**Ma:** Penso que toda pessoa deva ter um pouco de conhecimento sobre esse assunto.

**De:** A importância é mútua da ao aluno o conhecimento do mundo em que vive.

**An1:** Acredito que o conhecimento sempre é importante para o entendimento do mundo e do nosso modo de viver.

**Ti:** Penso que é importante conhecer tudo aquilo que diz respeito a nossa vida e que de alguma forma interfere na mesma.

**An2:** Por incrível que pareça limitamo-nos a falar dos planetas, astros, camada de ozônio, mas não temos essa prática de experimentar, ficamos só na teoria, a gente desconhece e desconhecendo ficamos a margem do progresso. O satélite artificial é algo que está aí, mas nós pouco sabemos e por consequência não conseguimos conversar e ficamos de fora das informações, consequências, dos avanços.

As respostas acima caracterizam um grupo de professores com entendimento genérico sobre a importância da astronomia. Aqueles que entendem que existe alguma importância não descrevem com profundidade qual é. Estas respostas mostram como alguns professores reforçam sistematicamente a falta de conhecimento na área como: "...a gente desconhece...", "...nós pouco sabemos...", "...não conseguimos conversar...". Também há pouca disposição em buscar fontes de informação para aprimorar conhecimentos: "...ficamos de fora das informações."

Por outro lado, outra parte da turma apresentou respostas mais substanciais, basicamente justificando sua compreensão em termos de aplicações tecnológicas, mas ainda reforçando sua falta de conhecimento como "...quando o assunto é o céu eu sempre fico de fora." Notamos que não há nenhuma referência sobre conhecimento astronômico e visão de mundo:

**Cl:** Penso que facilita o diálogo pois quando o assunto é o céu eu sempre fico de fora. Faz três semanas eu descobri no google o mapeamento de ruas e pude ver lugares conhecidos onde morei em São Paulo e fiquei boquiaberta. Isso já mudou muito a minha forma de pensar, fiz questionamentos do tipo: "Se eu vejo tudo isso com um clique o ladrão também vê..."

**So:** É importante, pois no futuro eles poderiam ajudar a livrar o mundo de desastres. Ajuda nos satélites, nos sistemas de telecomunicações e segurança nacional.



**Ad:** A astronomia já não faz mais só do campo acadêmico, é preciso que também passemos a fazer parte das questões do espaço a que pertencemos e que tínhamos consciência que tudo que fizemos afetara a coletividade.

**Sa:** Vejo, como grande contribuição para um maior aprendizado dos alunos. Quando atuo dentro de sala e tenho conhecimento do conteúdo a ser passado para o aluno com certeza os alunos irão realmente ter um aprendizado e não uma memorização. Na minha formação acadêmica estudei ciências em dois períodos e biologia em um período não me lembro de ter estudado nestes três períodos nenhum tópico de astronomia.

**Ch:** Acredito que o conhecimento do universo e o estudo da astronomia vem oferecer mais proximidade com o mundo, entendimento do porque dos países investirem tanto em estudos neste tema, o próprio avanço tecnológico (ex: utilização de celulares, como isto é possível) e sua necessidade.

**Pergunta: É possível que este conhecimento promova algum impacto na formação do seu aluno no que diz respeito a futura tomada de decisões e formação de opinião cidadã?**

**Ma:** Não sei.

**Mo:** Sim, pois quando se tem acesso ao conhecimento científico, o aluno se torna capaz de exercer sua cidadania exercitando seu senso crítico, formando sua própria opinião e ultrapassando as barreiras do senso comum.

**De:** Sim a fragilidade do nosso planeta merece o cuidado dos moradores: a formação cidadã por meio dos conhecimentos adquiridos, possibilitam tomada de decisões para mudar o “final”, uma vez que já não é possível mudar o “início da história”.

**Le:** Sim, pois estes assuntos despertam nos alunos o interesse por ideias científicas, o que é essencial para o desenvolvimento de uma consciência crítica.

As respostas acima evidenciam uma grande dificuldade de compreensão da pergunta e da relação entre a ênfase CTSA e astronomia. Esta dificuldade pode ter a ver com o pequeno tempo dedicado à abordagem da CTSA no curso ou mesmo à necessidade dos professores levarem para sala de aula atividades que

permitiriam o aprimoramento dos conceitos e forma de análise dos resultados destas.

As perguntas seguintes constituem a categorização 2: Caracterização da CTSA em astronomia pelos professores.

**Pergunta: O espaço e o desenvolvimento das nações: que avanços trazidos à sociedade pela pesquisa espacial você conhece e poderia citar? Você acredita que haja algum retrocesso vindo desta área? Qual?**

**Cl:** Utilização de gps, utilização de celulares.

**An2:** Uma das coisas que eu poderia citar é sobre os colchões produzidos pela "NASA". Não tenho conhecimento de nenhum retrocesso.

**An1:** Telecomunicações de alta qualidade e velocidade, monitoramento de atividades em áreas específicas, vigilância fronteira, pesquisa de recursos naturais. Ainda não percebi retrocesso, mas a reprodução de velhos processos geopolíticos e capitalistas.

**Mo:** Chips, travesseiros e colchões da NASA, computadores portáteis, GPS. O retrocesso acreditamos na falta de investimento.

**Sa:** Telecomunicações, mapeamento de recursos naturais, monitoramento de fronteiras, previsão do tempo, etc. O retrocesso talvez esteja ligado ao uso de foguetes para transporte de ogivas nucleares e outros artefatos.

**Ad:** Avanços: telecomunicações, meteorologia, solado de tênis, fitas adesivas de alta resistência, etc. Retrocesso: retrocesso sócio-político em haver pretensão na colonização da Lua, por exemplo, sendo esta propriedade de toda humanidade.

**Ro:** toda tecnologia hoje encontrada no mundo social é provinda das pesquisas espaciais que teve que diminuir e compactar a tecnologia. E com isso nos possibilitou andar com toda essa tecnologia. Ex: celular cada vez menor e com mais recursos nos dando conforto, tv plasma, led, etc.

Percebemos como está arraigada a ideia de que a única repercussão das pesquisas espaciais na sociedade são as aplicações tecnológicas. A evidência é tal que na fala de Ro: "toda tecnologia hoje encontrada no mundo social é provinda das pesquisas espaciais..." a visão é totalmente generalista. Portanto, existe uma valorização das pesquisas do ponto de vista de suas aplicações, mas pouco se fez referência à implicações negativas e riscos destas atividades.

**Pergunta: O investimento no envio de sondas espaciais para investigar outros mundos (próximos a nós) tem alguma relevância? Qual?**

**Ch:** Sim, como conhecer a geologia dos outros planetas.

**Cm:** É muito importante para o homem compreender e explorar o universo. Porém nos dias atuais estamos vivendo num mundo com grandes desigualdades sociais, fome e miséria. Há países (como o Brasil) nos quais a população em sua grande parcela, não tem a menor infraestrutura em moradia, saúde e educação, portanto antes de se pensar em exploração do universo com sondas espaciais, deveria-se investir na qualidade de vida do ser humano aqui na terra.

**De:** Sim. Acredito em outras formas de vida, e buscar o desconhecido é um desafio mais é a mola propulsora para ampliar os conhecimentos tecnológicos e avançar nesse universo lindo que esconde muitos mistérios inclusive outras civilizações cósmicas! Eu acredito!

**Ta:** Investimentos com esta finalidade apresentam relevância porque têm com intenção principal o estudo da vida. Isso só tende a acrescentar a temas científicos ainda obscuros.

Podemos notar a grande contradição entre os participantes que se posicionam em favor de maiores investimentos na área de pesquisas espaciais e aqueles que, apesar de reconhecerem a importância deste conhecimento, não defendem os investimentos acreditam ser um prejuízo social, se referindo à baixa qualidade de vida de muitos países. Há, portanto, uma total dissociação entre estas pesquisas e sua repercussão na sociedade. A visão contemplativa da astronomia e seu conteúdo livresco se mostra fortemente presente na concepção deste professor. Esta visão contemplativa está presente também na fala de De, que traz inclusive a crença num universo povoado de vida inteligente.

**Pergunta: A quem você acredita que interessam as pesquisas espaciais? Existiria algum sentido em investir tanto dinheiro público nestes trabalhos?**

**Mo:** Acredito que interessam a cientistas, estudantes da área de estudo.

**Ig:** Deveria interessar a todos, mas acredito que estudiosos e empresas/indústrias que queiram desenvolver alguma tecnologia.

**Ta:** A sociedade como um todo. Sim, por causa dos benefícios tecnológicos.

**Sa:** A toda a sociedade humana e principalmente aos grandes investidores da vanguarda de pesquisas.

**Ad:** Toda essa pesquisa espacial tem como finalidade a dominação e poder pois quem detêm o poder e tecnologia está apto a dominar e explorar. As questões do dinheiro público, a partir do momento em que toda a população mundial estiver usufruindo dos benefícios, acredito que o dinheiro investido seja sim uma forma positiva de desenvolvimento tecnológico e principalmente um desenvolvimento humano.

Ainda aqui notamos a forte relação das pesquisas com aplicações tecnológicas. A visão de poder e soberania trazida por esta área de pesquisa científica é comentada por Ad, que a entende como forma de dominação. O interesse na privatização das atividades espaciais também é referido na fala de Ig.

**Você acha possível a instalação de armas de destruição em órbita da Terra? O que você pensa a respeito?**

**Mo:** Acho que sim.

**Sa:** Acredito que seja possível, mas prefiro acreditar que será criada uma organização mundial que reja estas questões, regerá uma normatização a ser seguida.

Aqui temos a demonstração de desconhecimento a respeito da regulamentação internacional e acordos sobre as atividades espaciais. Tal fato é mais acentuado pela única resposta dada pelos professores, mostrando que ninguém se arriscou em se manifestar a respeito. Nem mesmo os riscos foram questionados.

**Pergunta: Como você definiria lixo espacial? Você tem conhecimento desse assunto? Vê ligação entre ele e a preservação do meio ambiente?**

**Mo:** Não sei o que é lixo espacial.

**Ad:** Lixo espacial é toda a tecnologia criada pela humanidade que não está em uso na atualidade como por exemplo satélites. Já estudei um pouco. Sim, pois o ambiente é todo o lugar onde há seres vivos, produtos deles e interações.

**An1:** Coisas que são abandonadas (simplesmente!) no espaço. Tenho pouco conhecimento sobre.

**Ch:** Todo e qualquer material artificial ou manipulado deixado sem uso no espaço sideral. Acredito na preservação de todos os ambientes.

Após a leitura do texto sobre turismo espacial e seguidas as discussões analisadas anteriormente pelo pesquisador, uma questão colocada nos questionários para maior aprofundamento de análise do posicionamento dos participantes nos mostrou o seguinte panorama:

**Pergunta: Você acha razoável o turismo espacial?**

**Ch:** Não sei como funciona o mesmo, mas para quem irá os recursos desse turismo? Se for para investir em pesquisas acho válido.

**Ro:** Sim, pois todo o turismo avança economicamente o país que o faz. Logo seria razoável pensar que as pesquisas seriam incentivadas. Com certeza, mas não sei como.

**Al:** A princípio não.

**Cm:** Sim, mas deve sempre buscar atender ao máximo de pessoas, minimizando os processos excludentes.

Poucos professores se manifestaram a respeito. Porém, percebemos que apenas um deles questionou o tema sob seus aspectos positivos e negativos. Os demais mantiveram uma unilateralidade, sendo contra ou a favor. Há também uma associação direta com a questão econômica e apenas um apontou uma preocupação social e democrática: "...mas deve sempre buscar atender ao máximo de pessoas..."

**Pergunta: Sobre as missões espaciais, reflita quais aspectos poderiam ser abordados com seus alunos.**

**Cl:** Acredito que seja interessante trabalhar os aspectos de pesquisa desenvolvidos com as missões espaciais. Sempre entender que as agências realizam o trabalho com certos interesses, porém apontando como relevante os novos conhecimentos que são trazidos para a humanidade.

**Mo:** O avanço tecnológico mostra hoje na prática, o quanto recebemos das pesquisas espaciais.

**Sa:** A importância de conhecer algo além do que nossos olhos conseguem ver. Essas missões trazem informações que podem ampliar as noções de mundo que os alunos podem ter e que isso pode trazer benefícios de alguma forma, direta ou indiretamente, para o cotidiano das pessoas.

**Ad:** Visar a importância de ampliar os conhecimentos, ter contato com “outros mundos”, refletir sobre os impactos causados por novas descobertas, reconhecer a importância dessas missões, mas não perder o senso crítico e analisar, atestar se possível a veracidade desses fatos e procurar saber se os avanços decorrentes dessas missões serão usados de forma positiva para toda a sociedade, todos os povos.

**Le:** O resultado dessa missão é muito importante para nós, moradores da terra, imagens fantásticas, informações com as características dos planetas e do cosmo, tornando esse assunto muito interessante.

**Ig:** Comparar o passado com o presente através dos grandes avanços tecnológicos. Levar o aluno a entender que através das pesquisas (missões) espaciais desenvolve outros meios, aparelhos, etc. que chega até nosso cotidiano. Chamar a atenção para o lixo espacial, gerados a partir dessas missões.

**An1:** Poderíamos abordar com os alunos os motivos políticos de uma missão, os avanços tecnológicos que uma missão gera e dependendo da matéria que você leciona podemos incluir o conteúdo da missão. Exemplo: saber como é a alimentação dos astronautas.

**Ma:** Saber que cada missão espacial tem seu plano de voo, seus objetivos e seus interesses. Saber que são nessas missões que algumas coisas sobre os corpos são conhecidas.

**An2:** Os alunos e o povo em geral ouve a mídia falar, relatar e mostrar uma missão, mas muitos (uma grande maioria) é incrédula, ou não aceita tal situação.

Uma referência superficial ao papel da mídia como fonte de informação aparece na resposta de An2. Em seu entendimento, existe uma descrença por parte da população sobre os fatos associados ao espaço sideral, mas não justifica. O professor Le percebe as missões espaciais de forma lúdica, associando a importância das missões espaciais aos dados técnicos obtidos e às “imagens fantásticas”, como Ma comentou sobre os dados sobre os corpos celestes. Ao contrário destes, os demais fizeram referência à política, meio ambiente, tecnologia e mudança na visão de mundo como sendo importantes campos de repercussão das missões espaciais.

No último encontro pedimos aos grupos de professores que discutissem e propusessem temas para QSC em astronomia e astronáutica, a partir da breve abordagem do pesquisador sobre o conceito de QSC, das discussões feitas e da leitura dos artigos. Colocamos no quadro 3 os temas propostos por estes grupos. Nos baseamos nas discussões e nas respostas do questionário final, apresentadas adiante:

Lixo espacial
Missões tripuladas
O espaço e o desenvolvimento dos países
A instalação de armas de destruição em órbita
O turismo espacial
A exploração da Lua
A propriedade dos bens encontrados fora do planeta Terra
O papel da mídia da divulgação das descobertas
Alimentação dos astronautas
Consequências de impactos de meteoritos e objetos em órbita da Terra

**Quadro 3 - Temas propostos pelos professores como possíveis de serem trabalhados em sala de aula**

**Pergunta: Quais as questões científico-sócio-políticas que você poderia considerar para trabalhar com seus alunos em sala de aula. Como você faria este trabalho?**

**Ch:** É interessante contextualizar os conceitos de astronomia com as aplicações tecnológicas atuais (satélites, telefonia, etc.) e as implicações que os conhecimentos gerados pelos estudos em tecnologia espacial podem gerar. Como benefícios sociais podemos ter exemplos como a utilização de aquecedores solares de baixo custo. Em sala de aula procuraria sempre fazer esta contextualização citando estes exemplos e trabalhando com textos de jornais, revistas, sites etc.

**Sa:** Penso que as questões científico-sócio-políticas para trabalhar em sala de aula são os assuntos da atualidade, em que a astronomia auxilia a vida das pessoas com os objetos criados para estudar o espaço e que as pessoas passam a ter acesso a elas, facilitando sua vida. Essas questões

devem ser levadas a discussão em sala de aula para que os alunos reflitam sobre as implicações da astronomia em suas vidas.

**So:** As ondas eletromagnéticas - imagens, sinal de celular, medicina a distancia e outras possibilidades. O trabalho deverá ser realizado mostrando para os alunos que os avanços são o resultado das pesquisas em astronomia.

**Ti:** Mesmo não podendo aprofundar muito o tema devido a pouca idade de meus alunos, creio que é possível leva-los a serem questionadores e críticos quanto às verdades absolutas trazidas nos livros didáticos. Muitas coisas que li e ouvi no curso me fizeram refletir sobre questões nunca antes pensadas, como o lixo espacial e os impactos no meio ambiente.

**De:** Pretendo trabalhar com minha turma algumas questões como alimentação dos astronautas, longevidade e a exploração da lua e outros corpos celestes.

**Ad:** Ética, gastos públicos, relação sociedade natureza, etc. Faria o trabalho a partir de um debate em informações sobre o tema.

**Ma:** Uma questão boa, é sobre a quem pertence as descobertas fora do planeta, faria de forma para que haja o conflito de ideias até que cheguem uma conclusão.

**Ro:** Vários assuntos poderiam ser discutidos um deles seria uma queda de um corpo celeste.

De uma maneira geral, a falta de preparação na perspectiva CTSA e o domínio do conteúdo astronáutica e astronomia representou uma dificuldade de caracterizar as questões sociocientíficas pelos professores. No entanto, algum entendimento do processo foi demonstrado na indicação do tema “alimentação dos astronautas”. Esta dificuldade está na própria compreensão do caráter controverso das QSC, o que é desconsiderado no ensino de ciências tradicional. Tais relatos compreendem a categorização 5: Temas relevantes para trabalhos com astronomia sob o enfoque crítico.

As próprias características das QSC dificultam sua abordagem no ensino, uma vez que exige uma concepção de ciência e tecnologia em permanente evolução e transformação. A abordagem de QSC também exige desistir da crença da neutralidade dos conhecimentos científicos e tecnológicos, pois eles fazem parte de dinâmicas políticas que envolvem atores sociais, os quais se posicionam de diferentes formas dependendo de seus interesses.



Contudo, a partir das discussões nos grupo, salientamos a discussão coletiva dos professores sobre a determinação de uma QSC, porque nesse processo eles foram identificando algumas características dessas questões. Ressaltamos a importância de enquadrar a abordagem de uma QSC no contexto do desenvolvimento de um projeto de ensino que explicita os objetivos que pretende atingir o professor.

Outro aspecto a ser destacado corresponde à necessária superação do ensino tradicional focado nos conteúdos específicos ou gerais de astronomia, uma vez que as QSC não se reduzem a esses temas, pois é necessário que os temas sejam problematizados e contextualizados socialmente, de modo que o professor de Ciências tenha possibilidade de repensar sua prática.

Dentro da categorização 6: Atendimento às expectativas dos participantes em relação ao curso, extraímos dos relatos finais dos professores algumas manifestações para análise. As seguintes perguntas nos deram suporte:

**Faça uma avaliação das implicações que o curso de astronomia poderá promover em sua atuação em sala de aula.**

**Sa:** Como professora de Física, com pouco tempo de atuação em sala de aula, tenho buscado ampliar meus conhecimentos sobre a aplicação dos conceitos de física no cotidiano. Para isso, é preciso conhecer e trabalhar meus próprios conceitos prévios, antes de ensinar alguns temas aos alunos em sala de aula. Sem dúvida, este curso de astronomia contribui para que eu pudesse trabalhar estas concepções, melhorar minha atuação em sala de aula, me sentindo mais confiante e preparada para lidar com as concepções espontâneas dos meus alunos.

**An2:** A partir do curso minha atuação em sala de aula vai se tornar mais prática, dando ênfase aos conteúdos ligados à astronomia, o que nem sempre ocorria.

**So:** Com certeza o curso aumentou minha segurança para explicar conteúdos, mesmo que o tema da aula não seja astronomia. As informações trazidas pelo curso vão além da sala de aula, dando um retorno amplo de conhecimento do mundo.

**Ig:** Este curso irá promover, em minha atuação em sala de aula, uma abordagem mais crítica socialmente e politicamente dentro dos conteúdos que trabalho, não só da Astronomia. É claro que a medida com que

aprofundemos nas abordagens será crescente à medida que houver um maior estreitamento com textos como os que lemos neste curso.

Notamos o fato dos participantes acima reconhecerem que a abordagem sociológica da astronomia parece dar mais sentido para o ensino e traz maior confiança para o professor trabalhar o tema, não sendo, portanto apenas uma ampliação do conhecimento nem uma contribuição específica da área. Os professores também perceberam que esta abordagem pode ser uma forma de motivação para os alunos, algo que entendemos com mais uma opção de motivação a ser agregada às muitas outras existentes.

**Ad:** A avaliação do curso é a melhor possível, ou seja, excelente! Quero ressaltar que não é fácil para nós, professores assumir uma frequência, por vezes o cansaço impede um melhor rendimento. Na sala aula, o curso possibilitou maior segurança para aprofundar o debate e discussões sobre o assunto no qual sou apaixonada.

**Mo:** O Curso fez com que mudasse minha visão crítica sobre o que eu trabalho em astronomia.

**De:** Aumentou meu material para abordar com os alunos.

**Ma:** Apesar de esperar que o curso fosse abordado de uma forma conteudista aprendi muito com o assunto e pude perceber que devo trabalhar de uma forma diferente com determinados conteúdos, com isso eles se sentirão motivados a procurar mais sobre o assunto. Eu acredito que trabalhando desta forma alternativa, juntamente com a tradicional os alunos irão ter uma formação diferenciada dos demais.

**Ma:** Esse curso acabou por clarear minhas ideias e rever minhas atitudes em sala, forma conteudista na qual acabamos trabalhando para dar conta de um currículo oficial. Pretendo trabalhar de modo diferenciado, pois ideias é o que surgem depois de um curso assim.

**Ta:** Trabalhar de forma contextualizada, ética, crítica e não se apoiando no ensino tradicional (conteudista-mecanicista) fortalece o sentimento e experiência de mudança. Acredito que a novidade motive mais os educandos e fortaleça o sentimento de continuidade de aprendizagem.

**Th:** A reflexão que este curso nos trouxe causou uma grande modificação tanto na forma de apresentação dos conteúdos como na abordagem dos temas e na forma como devemos apresentar tais temas.

**Al:** A forma de trabalho com astronomia é muito mais que apenas falar de planetas e estrelas, existe um impacto social e cultural muito grande e que deve ser levado em consideração.

**Le:** Pretendo aprimorar a metodologia atual que uso com meus alunos no ensino de astronomia, adotando uma visão mais crítica.

**An1:** Acho que através do curso conseguimos ver que há formas de agir diferentes dentro da sala de aula, não como uma abordagem fria, mecanicista como muitas vezes fazemos. Percebemos que podemos agir de uma forma mais humanizada.

A reflexão sobre a própria prática do professor a partir de experiências vividas surge aqui como resultado imediato, no sentido de trazer a astronomia para a vida do aluno a partir de observações do céu e posteriormente a partir das questões apresentadas neste trabalho. Parece haver uma consciência da necessidade de mudança na prática de ensino, ao mesmo tempo em que a nova alternativa apresentada é bem aceita e constitui uma opção, apesar de não ter sido muito aprofundada, sendo este aspecto um dos mais representativos e relevantes deste curso segundo os participantes.

### **Houve alguma mudança, de sua parte, na perspectiva de ensino da astronomia em sua área de atuação?**

**Mo:** Saio deste curso com muitas opiniões formadas sobre o assunto e principalmente consciente da importância e valor de um ensino crítico tanto de astronomia quanto de qualquer outro conteúdo

**An1:** As mudanças acontecem com certeza e uma delas é relacionar as questões de astronomia com a vida prática, com o cotidiano dos alunos.

**Ch:** Sim. Agora é possível aplicá-la de maneira mais clara, para os alunos, uma vez que para mim isto já aconteceu. Hoje consigo ter uma nova perspectiva diante dos conhecimentos transmitidos através desse curso.

**Le:** Sim, minha prática será bem diferente, pois minha concepção mudou, veja a astronomia com outros olhos, me tornando inclusiva, mais questionadora e curiosa nesses assuntos.

**Sa:** Sim. Pois agora possuo maior embasamento teórico a respeito de Astronomia, maior senso crítico para analisar os livros didáticos e para preparar minhas aulas. Pretendo trabalhar com meus alunos alguns tópicos da astronomia interessantes como fases da Lua, movimento de translação e rotação, movimento aparente do sol, estrelas fixas e constelação e também sobre as marés.

**Ti:** Mostrou que a astronomia é fundamental para todas as áreas de atuação do professor.

**Ta:** Sim, levar para os alunos assuntos que eles possam refletir, para num futuro próximo ele fazer parte da perspectiva de se socializar no assunto.

**Th:** Sim. No que diz a crítica ao que esta acontecendo nesta área.

**Al:** Sem Dúvida. Há a transição do ensino conteudista para o crítico-participativo.

**An2:** Houve várias mudanças na minha perspectiva do ensino da astronomia e é por isso que percebo que tenho que buscar cada vez mais para poder passar de uma melhor forma.

**Ro:** Depois desse curso pretendo trabalhar a astronomia dentro dessa perspectiva crítica, o desafio será adaptá-la ao ensino fundamental - 5ª e 6ª séries. Mas isso faz parte do ofício de professor.

**Cl:** Completamente. A astronomia precisa nos levar ao conhecimento não somente técnico, mas daquilo que pode ser gerado na humanidade a partir de suas pesquisas.

**Ig:** Minha visão após o curso mudou para melhor, pois minha visão critica de mundo , hoje se entende além deste mundo. E com isso, tentarei passar novas formas de visão, pois somos formadores de opiniões.

**Cm:** Minha visão mudou, hoje acho que pensar em astronomia não é só ficar viajando pelo espaço, mas sim entender melhor um pouco de nossa vida e da atuação dos homens no planeta.

Na fala de Ro percebemos uma dificuldade em adaptar o trabalho proposto para as primeiras séries do ensino fundamental. Há também uma quebra de paradigma quando a perspectiva contemplativa da astronomia na fala de Cm.

### **Sua visão mudou após o curso? O que você sugere para uma melhoria da abordagem CTSA no curso de ensino crítico de astronomia?**

**Le:** Muito, sugiro que para melhor abordagem teríamos que discutir mais sobre o assunto, desta forma, ampliar o curso.

**De:** O curso mudou minha visão sobre a astronomia e principalmente minha visão crítica sobre o assunto.

**Ad:** O Curso mudou minha visão sobre a astronomia. Pensar nos impactos à sociedade também é importante, pois esta atinge a todos. O curso poderia ser mais extenso, pois o tema é longo e merece debate, sendo melhor ele ser ministrado em período de férias.

**Sa:** Saio deste curso com muitas opiniões formadas sobre o assunto e principalmente consciente da importância e valor de um ensino critico tanto

de astronomia quanto de qualquer outro conteúdo. Não acho necessária melhoria no curso.

**Cm:** A minha visão se abriu para uma nova abordagem da CTSA, que eu já sentia necessidade, mas, não sabia como. Porém, tenho inteira consciência que este foi o primeiro passo de muitos que são necessários para tirar esse gesso do ensino de Ciências. Portanto eu não tenho sugestões além das quais discutimos aqui neste curso como promover debates em sala a partir de textos sociocientíficos.

**So:** Entendo que um curso um pouco mais extenso e em dias mais espaçados pode ajudar no amadurecimento e na absorção das informações.

**An1:** Minha visão e meu ponto de vista mudou. Sugiro que nos próximos cursos possamos debater mais sobre o assunto, ter mais tempo.

**Mo:** Sugiro que nos próximos cursos ofertados usemos mais recursos visuais e, dentro do possível, apostilas. Posso afirmar que o curso agregou-me conhecimento.

**Ad:** Minha visão mudou totalmente em assuntos que são pertinentes a ciências geográficas, que na verdade tudo é ciência. Não mudaria nada, porém poderia ocorrer em mais tempo, o curso é muito bom, nunca pensei em encontrar um professor de física tão humano.

Podemos citar, como resultado desta pesquisa, os seguintes aspectos observados:

- A falta de conhecimento prévio dos conteúdos de astronomia por parte de alguns professores produz certa insegurança em inovar sua prática docente e alterar a forma de trabalhar astronomia;
- Existe um interesse generalizado dos participantes em aprofundar seus conhecimentos na área. Este interesse se tornou mais acentuado após apresentação da nova perspectiva;
- A nova perspectiva de trabalho é vista pelos participantes como condizente com própria formação acadêmica;
- Existe um grande desconhecimento dos participantes sobre outras alternativas para abordar o tema astronomia com os alunos, desde as práticas e oficinas até a abordagem crítica;
- Houve uma reflexão sobre a prática do professor a partir de experiências vividas, primeiramente no sentido de trazer a astronomia para a vida do

aluno a partir de observações do céu e, posteriormente, a partir das questões apresentadas neste trabalho;

- Após o curso, a astronomia passou a ser vista como ciência não apenas da área de exatas, mas também humanas, embora ela já exista dentro da geografia com aspecto conteudista. Um dos fatores relacionados à dificuldade apresentada pelos professores da área de exatas em trabalhar com a ênfase CTSA está na formação técnica dada pelas academias;

- Os participantes reconheceram um incentivo a mais para participarem da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBAA) quando se faz a abordagem por QSC;

- Os professores participantes passaram a dar um sentido mais concreto ao currículo apresentado pelo MEC/PCN;

- Alguns professores apresentaram as dificuldades em se trabalhar com textos e promover debates em sala de aula com temas, segundo eles, que não estão relacionados aos programas propostos pelos sistemas de ingresso nas IES. Existe atualmente uma cobrança acentuada dos pais, alunos e administradores de escolas sobre a prioridade em se trabalhar especificamente os programas de ingresso nestas instituições.

- Percebemos que o currículo de astronomia ora é percebido como instrumento de transmissão de conteúdos, na sua maior parte pelos professores das séries iniciais, ora percebido como uma construção social que envolve possibilidades, normalmente pelos professores do ensino médio.

Uma proposta para futuros trabalhos dentro da abordagem CTSA em astronomia é o desenvolvimento de cursos mais extensos, permitindo não só um estudo detalhado da teoria que permeia o ensino crítico como também possibilitando aos participantes o desenvolvimento de atividades com seus alunos em sala de aula. Os vários temas propostos como possíveis questões a serem abordadas em sala podem ser minuciosamente estudados sob o aspecto de relevância, aceitação dos alunos segundo suas faixas etárias, adaptação e afinidade do professor como a proposta e tema sugerido, pesquisas sobre novos temas, formas de trabalho e adequação dos debates, enfim, uma série de desdobramentos que não foram pesquisados neste trabalho por representarem um leque muito grande de pesquisa.

## 5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A leitura e releitura dos materiais que serviram de base para esta pesquisa, mesmo aqueles que não foram recortados e privilegiados como objetos de análise, permitiram-me realizar uma reflexão a respeito do curso de astronomia desenvolvido junto ao Centro de Ciências da UFJF em relação a sua concepção, organização e implementação. Nesse Capítulo, apresento algumas considerações a respeito deste curso, no intuito não de sugerir receitas, o que seria pretensioso e questionável do ponto de vista acadêmico, mas de oferecer uma contribuição para futuras pesquisas sobre as possibilidades de abordagem de temas controversos da área em contexto escolar.

A partir das análises realizadas no capítulo anterior defendemos a tese que a abordagem de QSC em astronomia na prática docente é possível e pode contribuir à Formação Continuada de Professores em Astronomia conforme alguns aspectos. É possível afirmar que não basta apenas declarar que o professor que ensina astronomia carece de uma formação continuada, ou que seu trabalho está limitado e requer atualização. O trabalho desenvolvido apontou que, se o professor encontrar condições favoráveis para sua formação continuada como, por exemplo, espaços para a reflexão sobre seu trabalho, para a troca de experiências, para o contato com novas fontes de informação, para novas aprendizagens e novas propostas de abordagem do currículo, este trabalho poderá apresentar resultados positivos e repercutir nas salas de aula.

O ensino dos professores que trabalham o tema astronomia pode ser instrumentalizado pelo currículo tecnicista, uma vez que seu trabalho docente é reduzido à definição de metodologias de ensino, deixando em um segundo plano as questões sobre o que, por que e para quem ensinar.

Percebemos que a ideologia tecnicista do currículo pode ser legitimada racionalmente pelos professores, porque eles parecem entender que o currículo preestabelecido deve ser seguido, porque dessa forma é garantida a qualidade educacional de todos os estudantes. Neste contexto, as discussões desenvolvidas com os professores participantes da pesquisa sobre a possibilidade de abordagem de QSC em astronomia por meio da astronáutica em sala de aula estimularam o pensar em novas possibilidades de trabalho com o tema. Apesar de o presente trabalho ter se desenvolvido em um curto período de tempo, acreditamos que

apresentou possibilidades diante da realidade encontrada, uma vez que o professor em exercício dispõe de pouco tempo para dedicar a sua formação e não recebe incentivo ou estímulos do próprio sistema político e educacional para tal fim.

Consideramos que trabalhos como o apresentado pela presente pesquisa são imprescindíveis no contexto atual, principalmente em se tratando dos atuais conhecimentos produzidos na área da pesquisa espacial. O professor em exercício necessita de uma formação continuada que o auxilie em seu trabalho diário, pois este demonstrou-se despreparado para trabalhar com os avanços recentes da astronomia e astronáutica, não dominando o conteúdo nem seus desdobramentos. Por isso, conforme salienta Pimenta (2005), trabalhar o conhecimento na dinâmica da sociedade multimídia e com alunos que também estão em constante processo de transformação cultural, de valores, interesses e necessidades, requer permanente formação, entendida como ressignificação da identidade dos professores.

Desta forma, a abordagem de QSC é uma maneira de problematizar a ideologia tecnicista do currículo tradicional, uma vez que implica pensar o porquê e para que ensinar astronomia na sociedade atual, transcendendo a mera busca de metodologias voltadas ao ensino de conteúdos preestabelecidos.

É necessário investir maiores esforços na busca uma articulação da prática docente com os processos de democratização do ensino de astronomia e a formação de professores, visando a participação ativa dos professores na definição de seus próprios conteúdos de ensino conforme os problemas educacionais que eles enfrentam junto a seus estudantes.

Assim, defendemos a necessidade de investir maiores esforços em construir com os professores uma concepção reflexiva e crítica do currículo, em particular o de astronomia. Ao envolver-se em processos de formação continuada, o professor pode ser levado a refletir sobre sua prática e, a partir disso, buscar mudanças ou melhorias para o seu próprio trabalho. De acordo com Zainko (2003),

“a maior riqueza que o docente pode ter é o conhecimento de inovar, de aprender a aprender a lidar com mudanças que gerem o conhecimento diferenciado, exigindo do professor autonomia, criticidade, motivação e criatividade.” (Zainko, 2003, p. 168).



A abordagem de QSC também nos possibilitou entender que o currículo não pode ser reduzido aos conteúdos específicos de astronomia, porque apesar de serem relevantes para a educação científica e tecnológica dos cidadãos, não são suficientes para abordar as questões sociais, políticas e éticas atreladas ao progresso científico e tecnológico. Em tal sentido, é importante que o professor mobilize uma diversidade de conhecimentos de fontes diversificadas sobre assuntos políticos, sociais, científicos e pedagógicos que lhe permitam favorecer o crescimento pessoal e social de seus estudantes.

A cultura política, que favorece a reflexão sobre as relações de poder, é importante para alunos e professores porque ajuda a repensar a tese do currículo tradicional que reduz o ensino a um processo tecnicista de transmissão de conteúdos desconhecendo a natureza política do ensino, pois o ensino é um processo intencional e inacabado sobre o próprio desenvolvimento do ser humano o qual é condicionado, mas não determinado, tal como foi salientado por Freire (2007) e tal como vem sendo defendido na atualidade por Giroux (2003, 2005).

Ainda segundo esses autores a dimensão política do ensino significa reconhecer que as escolas e outros espaços culturais não estão isolados dos problemas sociais mais amplos que são enfrentados por estudantes, professores e comunidades. Assim, a construção da cidadania não é produto de eficiência técnica de um currículo, mas é uma construção social resultado de conflitos pedagógicos, os quais podem alterar a forma de pensar, de ser e de viver em uma sociedade democrática.

Identificamos que a maioria dos professores participantes da pesquisa manifestou uma afinidade com a perspectiva CTSA em astronomia, uma vez que a abordagem de QSC lhes possibilita trabalhar implicações sociais, ciência e da tecnologia.

Da mesma forma, como foi apontado na pesquisa realizada por Pedretti et al., (2008), nossa pesquisa salienta que a perspectiva CTSA a partir de QSC não desconsidera o ensino de conteúdos disciplinares de astronomia, valorizando-os em termos do papel desempenhados por eles na construção de posicionamentos críticos sobre as implicações socioambientais do progresso científico e tecnológico provenientes das pesquisas espaciais.

Finalmente, salientamos que as análises realizadas nos permitiram estabelecer as dificuldades curriculares, pedagógicas e formativas enfrentadas pelos

professores sobre a possibilidade da abordagem de QSC em suas práticas docentes. Dificuldades de tipo curricular foram caracterizadas na pesquisa realizada por Reis e Galvão (2008), na qual eles salientaram as seguintes dificuldades que limitaram a abordagem de QSC:

- medo dos professores para enfrentar conflitos com os diretores das escolas que controlam as discussões sobre o currículo;
- constrangimentos impostos pelo excesso de conteúdos ou por sistemas de avaliação que não valorizam as QSC.

Santos e Mortimer (2002) também apontaram dificuldades curriculares da abordagem de QSC no ensino de ciências associadas à carga horária das disciplinas de Ciências e a dificuldade para construir equipes integrais de professores. No entanto, os autores citados salientam que os resultados obtidos por eles em suas pesquisas, evidenciam a importância da inserção de aspectos sociocientíficos nos currículos de ciências como um aspecto importante para a formação cidadã.

As dificuldades pedagógicas estiveram relacionadas com o predomínio do ensino de Ciências tradicional centrado em conteúdos disciplinares e na existência de visões tradicionais sobre a tecnologia e suas correspondentes implicações sociais.

Também foram identificadas dificuldades com respeito à falta de compreensão da dimensão ética associada às questões sociocientíficas e a tendência de vários professores de reduzir a perspectiva CTSA apenas à contextualização social de conteúdos científicos, sem prestar maior atenção às potencialidades desta perspectiva para abordar as QSC de forma interdisciplinar. Destacamos neste trabalho os indícios de que a formação docente para o trabalho com estratégias de ensino próximas às abordagens CTSA é complexa, demanda tempo, esforços e que sofre resistências.

Reis e Galvão (2008) também destacaram em sua pesquisa dificuldades pedagógicas atreladas à abordagem de QSC, na medida em que os professores participantes de sua pesquisa evidenciaram falta de conhecimentos sobre aspectos políticos, sociológicos e éticos das QSC. No nosso caso, temos o agravante da falta de formação adequada em termos do próprio conteúdo astronomia.

O desafio foi enfrentado nesta pesquisa constituindo evidências empíricas que mostram a potencialidade da abordagem de QSC em astronomia para a

construção de uma nova forma de trabalhar o tema, buscando inclusive oferecer outra opção de trabalho.

Quanto à questão central de nossa pesquisa: “como e por que, uma proposta de curso de astronomia balizada por alguns princípios críticos, pode contribuir na concepção de ensino de astronomia dos professores, interferindo no significado que eles têm sobre o tema?” podemos dizer com convicção que, diante de algumas adequações e preparo inicial dos professores em astronomia a contribuição está presente nas diferentes interpretações que eles fazem dos textos que podem ser tratados em sala de aula e no leque de possibilidades de temas a serem trabalhados e relacionados com a vida do ser humano. Afinal, a pesquisa espacial e suas consequências estão a cada dia mais presentes no dia-a-dia da civilização.

As perspectivas de pesquisa emergidas desta tese deixam em aberto potencialidades de novas pesquisas que apontem para analisar detalhadamente a abordagem de QSC em astronomia, atreladas a projetos de pesquisa em sala de aula, o qual pode contribuir com o desenvolvimento de pensamento crítico, argumentação, tomada de decisão e formação cidadã em estudantes de Ensino Básico.

Destacamos, para a realização de outros trabalhos, o desafio de desenvolver pesquisas no campo da formação de professores de Ciências, particularmente interessados em explorar as potencialidades da perspectiva CTSA em astronomia a partir de QSC. Salientamos alguns aspectos que poderiam ser abordados em futuras pesquisas e programas de formação de professores em astronomia:

- desenvolvimento de projetos de pesquisas entre professores licenciandos em Física, Astronomia e Ciências e professores universitários interessados em repensar a prática docente a partir da perspectiva CTSA e a abordagem de QSC;
- estudos sobre a incidência da abordagem de QSC nos processos de enculturação científica no Ensino de Ciências voltado à formação para cidadania;
- estudos sobre o papel das QSC nos processos de divulgação da astronomia;

Os aspectos citados anteriormente apresentam algumas perspectivas de pesquisa que podem ser exploradas na Formação de Professores de Ciências voltada às possibilidades de transformar a tradicional transmissão de conteúdos disciplinares de astronomia, de forma que estudantes e professores estabeleçam

interações que lhes possibilitem repensar a ciência e a tecnologia espacial em termos sociais, políticos e culturais.

Finalmente, afirmo que a realização desse trabalho proporcionou uma oportunidade privilegiada para refletir sobre as minhas próprias representações acerca da astronomia, astronáutica e do ensino destas, bem como sobre minha atuação enquanto professor destes conteúdos, atuando junto a jovens estudantes da escola pública, acadêmicos de áreas afins e professores do ensino básico, confrontando minhas posições com as contribuições teóricas, apontando continuamente para novas possibilidades de pensar a respeito desses temas e de seu ensino. Considero que a Educação em Astronomia, enquanto processo que permite a sensibilização do ser humano para questões existenciais e de valorização da vida tal como conhecemos, talvez seja a resposta mais satisfatória para tantas perguntas que eu tenho feito e ainda farei em minha longa caminhada.

## Referências

ABD-EL-KHALICK, F. Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science In: ZEIDLER, D. (Org.). The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 41-61.

ACORDO DA LUA, United Nations, 1979. Disponível em [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/34/68&Lang=E&Area=RESOLUTION](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/34/68&Lang=E&Area=RESOLUTION) Acessado em 3 de outubro 2010.

AIKENHEAD, G. What is STS teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Org.), STS education: International perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994, p. 47-59.

AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. Educación Química, v. 16, n.2, p.114-124, 2005.

ALBUQUERQUE, E. A. S. Formação continuada no serviço e inovações pedagógicas: campo dos possíveis. 2006. 229f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ALBUQUERQUE, M. O. A reflexão crítica e colaboração: articulação teoria prática no desenvolvimento da atividade docente. 2008, 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2008.

ALMEIDA, M. I. Formação continuada de professores em face das múltiplas possibilidades e inúmeros parceiros existentes hoje. In: Formação contínua de professores, BRASIL, MEC, 2005.

APPLE, M. Poder, significado e identidade: ensaios de estudos educacionais críticos. Tradução Ana Paula Barros e Cecília Mendes. Lisboa, Portugal: Porto editora, 1999. 271p.

APPLE, M. Repensando ideologia e currículo. In: MOREIRA, A.; SILVA, T. Currículo, cultura e sociedade. 7.ed. São Paulo: Cortez, 2002a. p 39-57.

APPLE, M. A política do conhecimento oficial: faz sentido a ideia de um currículo nacional? In: MOREIRA, A.; SILVA, T. Currículo, cultura e sociedade. 7.ed. São Paulo: Cortez, 2002b. p 59-91.

ARAÚJO, A. Espaço e você. Espaço brasileiro, n. 5, p.14017, 2009.

ASSIS, José Eugênio de Paula. Bartolomeu Lourenço de Gusmão. São Paulo: Coleção Saraiva, 1969.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. 3.ed. Rio de Janeiro, 2011. 11 p.

AULER, D.; BAZZO, W. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional Brasileiro. Ciência & Educação, v. 7, n. 1, p. 1-3, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio, v. 3, n. 1, p. 105-115. 2001.

AZEVEDO, J. G. e ALVES, N. G. (orgs.) Formação de professores: possibilidades do imprevisível. Rio de Janeiro: Editora DP&A, 2004.

BALZAN, N. C. Discutindo o processo de socialização profissional. In: REALI, A. M. de M. R.; MIZUKAMI, M.da G. N. (Orgs.). Formação de professores: tendências atuais. São Carlos: EDUFSCar, 1996. p. 47-91.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2009.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Parecer CNE/CP nº 9/2001, pub no DOU de 18/01/2002. Brasília: MEC, 2001. 44 p. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em: junho, 2011.

BRASIL. Referenciais para formação de professores. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 2002.

BOGDAN, R., BIKLEN, S. Investigação Qualitativa em Educação: uma Introdução à Teoria e aos Métodos. Coleção Ciências da Educação. Porto Editora. 1994, 335p.

BRETONES, Paulo Sergio. A Astronomia e a História da Educação no Brasil. Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira, v. 18, n. 1, p. 161, 1998.

BRETONES, Paulo Sergio. Disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do Brasil. Campinas: IG/UNICAMP, 1999, 187p. Dissertação de mestrado.

CACHAPUZ, A. (Org). Perspectivas de ensino. Formação de professores – Textos de apoio. Porto: CEEC, nº1, 2000.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org). A necessária renovação do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 2005. 263p.

CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F.; LOPES, B.; GUERRA, C. Estado da arte da pesquisa em educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.1, n.1, p. 27-49, 2008.

CANDAU, V. M. F. A formação continuada de professores: tendências atuais. In: REALI, Aline de M. R.; MIZUKAMI, M. da G. N. (Orgs). Formação de professores: tendências atuais: São Carlos: EDUFSCar, p. 139-152, 1996.

CANIATO, R. Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física. 1974. 4v. 586 f. Tese (Doutorado em Física), UNESP, Rio Claro, 1974.

CARR, W.; KEMMIS, S. Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado. Tradução J. A. Bravo. Barcelona: Martínez roca, 1988. 244 p.

CARVALHO, A. M. P; GIL PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CARVALHO, A.M.P. Uma Investigação na formação continuada dos professores: a reflexão sobre as aulas e a superação de obstáculos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2., 1999, Valinhos. Atas. Valinhos: ABRAPEC, 1999.

CHAPMAN, B. The Overselling of Science Education in the 1980's, SSR, 1991, 72(260), 47-63.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 4.ed. Ijuí. RS: Unijuí. 2006. 438p.

CHRISTOV, L. H. da S. Teoria e prática: o enriquecimento da própria experiência. In: GUIMARÃES, A. A. et. al. O coordenador Pedagógico e a educação continuada. 2. ed. São Paulo: Loyola, p. 31-34, 1998.

CLAXTON, G. Educating the Inquiring Mind: The Challenge for School Science. Harvester Wheatsheaf, 1991.

COMPIANI, M. *As Geociências no ensino fundamental: um estudo de caso sobre o tema "A formação do Universo"*. 1996. 224 f. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1996.



CONTRERAS, J. A autonomia de professores. Tradução Sandra Tabucco Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2002. 296 p.

CORTELLA, M. S. Qual é a tua obra? Inquietações Propositivas Sobre Ética, Liderança e Gestão. Ed. Vozes, 2009. 114p.

DELIZOICOV, D., Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DRIVER, R.; SQUIRES, A., RUSHWORTH, P.; & WOOD-ROBINSON, V. Making Sense of Secondary Science: Research into Shildren´s Ideas, Routledge, 1994.

FALSARELLA, A. M. Formação continuada e prática na sala de aula: efeitos da formação continuada na atuação do professor. Coleção: Formação de professores. Autores Associados. Campinas S.P., 2004.

FILHO, E. J. C., Política espacial brasileira, Revan, Rio de Janeiro, 2002.

FOUREZ, G. A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FREIRE, P. A importância do ato de ler. Câmara Brasileira do Livro, 23ª edição, São Paulo, 1989.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 46.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2007. 213 p.

GAMBLE, R, DAVEY, A; GOTT, R & WELLFORD, G. Science at age 15. Assessment of Performance Unit. Science Report for Teachers: 5, DES/WO/DENI, 1985.

GARCIA, C. M. Formação de professores: para uma mudança educativa. Portugal: Porto Editora, 1999.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ, I.; CACHAPUZ, J.; PRAIA, J. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIROUX, H. Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Tradução Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed, 1997. 270 p.

GIROUX, H. Atos impuros: a prática política dos estudos culturais. Tradução Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2003. 178 p.

GIROUX, H. *Estudios Culturales, Pedagogia crítica y democracia radical*. Madrid: Popular, 2005, 218p.

GOH, G. M. Dispute settlement in international space law: a multi-door courthouse for outer space. Martinus Nijhoff Publishers and VSP, 2007. 405 p.

GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001.

GONZÁLEZ, M.; LÓPEZ, J.; LUJÁN, J. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos. 1996. 324p.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUEARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *Internacional Journal of Cience Education*, v. 10, n. 4. p.357-366, 1988.

INPE. <http://www.das.inpe.br/ciaa/> acesso em 5 de fevereiro 2012.

JENKINS, S, Misappliance of science, *The Times*, 27 de Agosto, p. 14, 1994.

KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das ciências. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987, 80p.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

LANGHI, R. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

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

LAYTON, D., DAVEY, A., JENKINS, E. Science for specific social purposes (SSSP): perspectives on adult scientific literacy. *Studies in Science Education*, n. 13, 1986. p.27-52.

LIBÂNEO, J. C. Adeus professor, adeus professora?: novas exigências educacionais e a profissão docente. 3ª Ed. São Paulo: Cortez, 1999.

LÓPEZ, J. L. L., CEREZO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial tecnos S. A., 1996.

LOUREDA, O. B., ARAÚJO, J. B. S., Educação através de elementos aeroespaciais. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 6, p. 67-73, 2008.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986, 99 p.

MAIZTEGUI, A.; ACEVEDO, J.; CAAMAÑO, A.; CACHAPUZ, A.; CAÑAL, P.; CARVALHO, A.; DEL CARMEN, L.; DUMAS CARRÉ, A.; GARRITZ, A.; GIL, D.; GONZÁLEZ, E.; GRAS-MARTÍ, A.; GUIASOLA, J.; LÓPEZ-CEREZO, J.; MACEDO, B.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; MORENO, A.; PRAIA, J.; RUEDA, C.; TRICÁRICO, H.; VALDÉS, P.; VILCHES, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 28, p.129-155, 2002.

MARTINS, J. A pesquisa qualitativa. In: FAZENDA, Ivani (Org.) Metodologia da pesquisa educacional. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

MENEZES, L. C. (Org.) Formação continuada de professores de ciências no contexto ibero-americano. Campinas, São Paulo: Autores Associados: NUPEX, 1996, 170p.

MILNER, B. Why teach science and why to all? In: NELLIST, J & NICHOLL, B. (eds.), The ASE Science Teachers' Handbook, Hutchinson, p. 1-10, 1986.

MION, R.; ALVES, J.; CARVALHO, W. Implicações da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: subsídios para a formação de professores de Física. Experiências em Ensino de Ciências, v. 4, n. 2, p. 47-59, 2009.

MIZUKAMI, M. da G. N, (Org.). Formação de professores: tendências atuais. São Carlos: EdUFSCar, 1996.

MIZUKAMI, M. da G. N, (Org.). Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

MONSERRAT FILHO, José. Direito e política na era espacial. Podemos ser mais justos no espaço do que na Terra? Rio de Janeiro, Vieira e Lent, 2007.

MOORE, P. The popularization of astronomy. In: PASACHOFF, J.; PERCY, J. (org). The teaching of astronomy. Cambridge: U. Press, 1990.

NÓVOA, A. (Coord.) Os professores e sua formação. 3ª. Ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

OLIVEIRA, R. S. Astronomia no ensino fundamental. Disponível em: <<http://www.asterdomus.com.br/>>. Texto gerado em 1997. Acesso em: 11 novembro 2011.

OSBORNE, R. J. et al. Science teaching and children's view of the word. *European Journal of Science Education*, v.5, n.1, p.1-14, 1983.

PEDRETTI, E. Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, v. 19, n.10, p. 1211-1230. 1997.

PEDRETTI, E. Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes, en ZEIDLER, D. (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. 2003. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 219-239.

PEDRETTI, E.; BENCZE, L.; HEWITT, J.; ROMKEY, L.; JIVRAJ, A. Promoting issues-based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. *Science & Education*, vol. 17, n. 8-9, p. 941-960. 2008.

PERCY, J. R. (ed.) *Astronomy Education: Current Developments, Future Coordination*. *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, vol. 89, 1996.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (Org.). *Saberes pedagógicos e atividade docente*. 2.ed. São Paulo/BRA: Cortez, 2000.

PIMENTA, S. G. (Org.) *Saberes pedagógicos e atividade docente*. 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2005.

PIONEERING THE SPACE FRONTIER, relatório do National Space Commission, 2013.

PIONEERING THE SPACE FRONTIER: THE REPORT OF THE NATIONAL COMMISSION ON SPACE, Bantam Books, May 1986. Disponível em: <http://history.nasa.gov/painerep/cover.htm> Acesso em: 05/02/2013.

POMPIDOU, A. The ethics of space policy 2000 Proceeding, UNESCO-COMTEST and ESA, 4/2000.

RAMOS, M. N., Escassez de professores no ensino médio: soluções emergenciais e estruturais, 2005. Disponível em: [http://www.senado.gov.br/comissoes/CE/AP/PDE/AP\\_03\\_CNE.pdf](http://www.senado.gov.br/comissoes/CE/AP/PDE/AP_03_CNE.pdf). Acesso em: 05/08/2011.

RAMSEY, J., The science education reform movement: implications for social responsibility. Science Education, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.

RATCLIFFE M.; GRACE M. Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P. Controvérsias sociocientíficas: discutir ou não discutir? percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da Terra e da vida. 2004. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa. Disponível em: <<http://pwp.netcabo.pt/PedroRochaReis/>> Acesso em: 12 outubro de 2010.

REIS, P. R. Ciência e controvérsia. REU, Sorocaba, São Paulo, v.35, n.2, p.09-15, dez. 2009.

REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. Revista electrónica de Enseñanza de la Ciencias. v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

Revista Espaço Brasileiro (Agência Espacial Brasileira), edição de julho/2011.

SACRISTÁN GIMENO, J. Conciencia y acción sobre la práctica como liberación profesional de los profesores. Barcelona: Universidade de Barcelona, 1990.

SAM, C.; CRUCIAN, B.; STOWE R., Immune System Dysregulation Occurs During Short Duration Spaceflight On Board the Space Shuttle. Journal of Clinical Immunology, 2012.

SANTOS, W. Educação científica humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.1, n.1, p. 109-131. 2008.

SANTOS, W.; MORTIMER, E. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. Educação em química: compromisso com cidadania. Ijuí: UNIJUÍ, 1997.

SIMMONS, M.; ZEIDLER, D. Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific issues In: ZEIDLER, D (Org). The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 81-94.

SOLOMON, J. Teaching science, technology and society. Buckingham,U.K.: Open University Press. 1993.

SPACE DEBRIS MITIGATION GUIDELINES Disponível em:  
<http://ebookbrowse.com/space-debris-mitigation-guidelines-copuos-pdf-d14063332>  
Acesso em 30 de abril 2010.

TARDIF, M., O trabalho docente. São Paulo: Vozes, 2005, 320p.

THE ETHICS OF SPACE POLICY, Working Group on the “Ethics of Outer Space” set up by the UNESCO World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST). 2000.

THOMAS, G.; DURANT, J. Why should we promote the public understanding of science? Scientific Literacy Papers, 1, 1-14. University of Oxford Department of External Studies, 1987.

TRATADO SOBRE PRINCÍPIOS REGULADORES DAS ATIVIDADES ESPACIAIS DOS ESTADOS NA EXPLORAÇÃO E USO DO ESPAÇO CÓSMICO, INCLUSIVE A LUA E DEMAIS CORPOS CELESTES, assinado pelo Brasil em 27 de janeiro de 1967 e em vigor desde 10 de outubro do mesmo ano. Disponível em: <http://www.oosa.unvienna.org/oosa/SpaceLaw/outerspt.html> Acesso em: 22 de abril 2010.

TRATADO DE PROSCRIÇÃO DAS EXPERIÊNCIAS COM ARMAS NUCLEARES NA ATMOSFERA, NO ESPAÇO CÓSMICO E SOB A ÁGUA. 1963. Disponível em: [http://pfdc.pgr.mpf.gov.br/atuacao-e-conteudos-de-apoio/legislacao/segurancapublica/tratado\\_proscricao\\_armas\\_nucleares\\_1963.pdf](http://pfdc.pgr.mpf.gov.br/atuacao-e-conteudos-de-apoio/legislacao/segurancapublica/tratado_proscricao_armas_nucleares_1963.pdf) Acesso em: 22 de abril 2010.

UNESCO. Constituição da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001472/147273por.pdf> Acesso em: 10 de outubro 2011.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” (UNESP). Normas para publicação da UNESP: Referências. São Paulo: Ed. UNESP, 2010a. 205 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” (UNESP). Normas para publicação da UNESP: Trabalhos acadêmicos: teses, dissertações, monografia, TCC e relatório de pesquisa. São Paulo: Ed. UNESP, 2010b. 56 p.

WAKS, L. J., BARCHI, B. A. STS in U.S. school science: perceptions of selected leaders and their implications for STS education. *Science Education*, v. 76, n. 1, 1992. p.79-90.

WILLIAMS, S. M., Halocarbon – Aviation – Space Debris: legal and political aspects. In: *Perspectives o fair law, space law, and international business law for the next century*, Ed: Karl-Heinz Böckstigel, 1996.



ZAINKO, M. A. S. Educação superior, democracia e desenvolvimento humano sustentável. Curitiba: Champagnat/INSULAR, 2003.

ZEICHNER, K., A formação reflexiva de professores: ideias e práticas. Lisboa: EDUCA, 1993.

# APÊNDICES

# **APÊNDICE 01**

**Tratados, acordos e declarações internacionais**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
DIREITO AERONÁUTICO E ESPACIAL

[www.sbda.org.br](http://www.sbda.org.br) | | [sbda@sbda.org.br](mailto:sbda@sbda.org.br)

---

***TRATADO SOBRE PRINCÍPIOS REGULADORES DAS ATIVIDADES DOS ESTADOS NA EXPLORAÇÃO E USO DO ESPAÇO CÓSMICO, INCLUSIVE A LUA E DEMAIS CORPOS CELESTES***

*Aberto à assinatura, em 27 de janeiro de 1967, em Londres, Moscou e Washington.*

*Assinado pelo Brasil em Moscou em 30 de janeiro de 1967 e em Londres e Washington em 2 de fevereiro de 1967.*

*Aprovado pelo Decreto Legislativo nº 41, de 10 de outubro de 1968.*

*Depósito dos instrumentos brasileiros de ratificação em 5 de março de 1969, junto aos Governos dos Estados Unidos, da Grã-Bretanha e da União Soviética.*

*Promulgado pelo Decreto nº 64.362, de 17 de abril de 1969.*

*Publicado no DOU de 22 de abril de 1969.*

***Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes***

Os Estados-Partes do presente Tratado:

- inspirando-se nas vastas perspectivas que a descoberta do espaço cósmico pelo homem oferece à humanidade;
- reconhecendo o interesse que apresenta para toda a humanidade o programa da exploração e uso do espaço cósmico para fins pacíficos;
- julgando que a exploração e o uso do espaço cósmico deveriam efetuar-se para o bem de todos os povos, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico;
- desejosos de contribuir para o desenvolvimento de uma ampla cooperação internacional no que concerne aos aspectos científicos e jurídicos da exploração e uso do espaço cósmico para fins pacíficos;
- julgando que esta cooperação contribuirá para desenvolver a compreensão mútua e para consolidar as relações de amizade entre os Estados e os povos;
- recordando a resolução de 1962 (XVIII), intitulada «Declaração dos princípios jurídicos reguladores das atividades dos Estados na exploração e uso do espaço cósmico», adotada por unanimidade pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 13 de dezembro de 1963;
- recordando a resolução de 1884 (XVIII), que insiste junto aos Estados de se absterem de colocar em órbita quaisquer objetos portadores de armas nucleares ou de qualquer outro tipo de arma de destruição em massa e de instalar tais armas em corpos celestes, resolução que a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou, por unanimidade, a 17 de outubro de 1963;
- considerando que a resolução 110 (II) da Assembleia Geral das Nações Unidas, datada de 3 de novembro de 1947, condena a propaganda destinada a ou suscetível de provocar ou encorajar qualquer ameaça à paz, ruptura da paz ou qualquer ato de agressão, e considerando que a referida resolução é aplicável ao espaço cósmico;
- convencidos de que o Tratado sobre os princípios que regem as atividades dos Estados na exploração e uso do espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, contribuirá

para a realização dos propósitos e princípios da Carta das Nações Unidas, convieram no seguinte:

#### **ARTIGO 1º**

A exploração e o uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, só deverão ter em mira o bem e interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico, e são incumbência de toda a humanidade.

O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, poderá ser explorado e utilizado livremente por todos os Estados sem qualquer discriminação, em condições de igualdade e em conformidade com o direito internacional, devendo haver liberdade de acesso a todas as regiões dos corpos celestes.

O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, estará aberto às pesquisas científicas, devendo os Estados facilitar e encorajar a cooperação internacional naquelas pesquisas.

#### **ARTIGO 2º**

O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, não poderá ser objeto de apropriação nacional por proclamação de soberania, por uso ou ocupação, nem por qualquer outro meio.

#### **ARTIGO 3º**

As atividades dos Estados-Partes deste Tratado, relativas à exploração e ao uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverão efetuar-se em conformidade com o direito internacional, inclusive a Carta das Nações Unidas, com a finalidade de manter a paz e a segurança internacional e de favorecer a cooperação e a compreensão internacionais.

#### **ARTIGO 4º**

Os Estados-Partes do Tratado se comprometem a não colocar em órbita qualquer objeto portador de armas nucleares ou de qualquer outro tipo de armas de destruição em massa, a não instalar tais armas sobre os corpos celestes e a não colocar tais armas, de nenhuma maneira, no espaço cósmico.

Todos os Estados-Partes do Tratado utilizarão a Lua e os demais corpos celestes exclusivamente para fins pacíficos. estarão proibidos nos corpos celestes o estabelecimento de bases, instalações ou fortificações militares, os ensaios de armas de qualquer tipo e a execução de manobras militares. Não se proíbe a utilização de pessoal militar para fins de pesquisas científicas ou para qualquer outro fim pacífico. Não se proíbe, do mesmo modo, a utilização de qualquer equipamento ou instalação necessária à exploração pacífica da Lua e demais corpos celestes.

#### **ARTIGO 5º**

Os Estados-Partes do Tratado considerarão os astronautas como enviados da humanidade no espaço cósmico e lhes prestarão toda a assistência possível em caso de acidente, perigo ou aterrissagem forçada sobre o território de um outro Estado-Parte do Tratado ou em alto-mar. Em caso de tal aterrissagem, o retorno dos astronautas ao Estado de matrícula do seu veículo espacial deverá ser efetuado prontamente e com toda a segurança.

Sempre que desenvolverem atividades no espaço cósmico e nos corpos celestes, os astronautas de um Estado-Parte do Tratado prestarão toda a assistência possível aos astronautas dos outros Estados-Partes do Tratado.

Os Estados-Partes do Tratado levarão imediatamente ao conhecimento dos outros Estados-Partes do Tratado ou do Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas qualquer fenômeno por estes descoberto no espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, que possa representar perigo para a vida ou a saúde dos astronautas.

#### **ARTIGO 6º**

Os Estados-Partes do Tratado têm a responsabilidade internacional das atividades nacionais realizadas no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, quer sejam elas exercidas por organismos governamentais ou por entidades não-governamentais, e de velar para que as atividades nacionais sejam efetuadas de acordo com as disposições anunciadas no presente Tratado. As atividades das entidades não-governamentais no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, devem ser objeto de uma autorização e de uma vigilância contínua pelo componente Estado-Parte do Tratado. Em caso de atividades realizadas por uma organização internacional no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, a responsabilidade no que se refere às disposições do presente Tratado caberá a esta organização internacional e aos Estados-Partes do Tratado que fazem parte da referida organização.

#### **ARTIGO 7º**

Todo Estado-Parte do Tratado que proceda ou mande proceder ao lançamento de um objeto ao espaço cósmico, inclusive à Lua e demais corpos celestes, e qualquer Estado-Parte, cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto, será responsável do ponto de vista internacional pelos danos causados a outro Estado-Parte do Tratado ou a suas pessoas naturais pelo referido objeto ou por seus elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo, inclusive na Lua e demais corpos celestes.

#### **ARTIGO 8º**

O Estado-Parte do Tratado em cujo registro figure o objeto lançado ao espaço cósmico conservará sob sua jurisdição e controle o referido objeto e todo o pessoal do mesmo objeto, enquanto se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste. Os direitos de propriedade sobre os objetos lançados no espaço cósmico, inclusive os objetos levados ou construídos num corpo celeste, assim como seus elementos constitutivos, permanecerão inalteráveis enquanto estes objetos ou elementos se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste e durante seu retorno à Terra. Tais objetos ou elementos constitutivos de objetos encontrados além dos limites do Estado-Parte do Tratado em cujo registro estão inscritos deverão ser restituídos a este Estado, devendo este fornecer, sob solicitação os dados de identificação antes da restituição.

#### **ARTIGO 9º**

No que concerne à exploração e ao uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, os Estados-Partes do Tratado deverão fundamentar-se sobre os princípios da cooperação e de assistência mútua e exercerão as suas atividades no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, levando devidamente em conta os interesses correspondentes dos demais Estados-Partes do Tratado. Os Estados-Partes do Tratado farão o estudo do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres, e, quando necessário, tomarão as medidas apropriadas para este fim. Se um Estado-Parte do Tratado tem razões para crer que uma atividade ou experiência realizada por ele mesmo ou por seus nacionais no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, criaria um obstáculo capaz de prejudicar as atividades dos demais Estados-Partes do Tratado em matéria de exploração e utilização pacífica do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverá fazer as consultas internacionais adequadas antes de empreender a referida atividade ou experiência. Qualquer Estado-Parte do Tratado que tenha razões para crer que uma experiência ou atividade realizada por outro Estado-Parte do Tratado no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, criaria um obstáculo capaz de prejudicar as atividades exercidas em matéria de exploração e utilização pacífica do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, poderá solicitar a realização de consultas relativas à referida atividade ou experiência.

**ARTIGO 10**

A fim de favorecer a cooperação internacional em matéria de exploração e uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, em conformidade com os fins do presente Tratado, os Estados-Partes do Tratado examinarão em condições de igualdade as solicitações dos demais Estados-Partes do Tratado no sentido de contarem com facilidades de observação do voo dos objetos espaciais lançados por esses Estados.

A natureza de tais facilidades de observação e as condições em que poderiam ser concedidas serão determinadas de comum acordo pelos Estados interessados.

**ARTIGO 11**

A fim de favorecer a cooperação internacional em matéria de exploração e uso do espaço cósmico, os Estados-Partes do Tratado que desenvolvam atividades no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, convieram, na medida em que isto seja possível e realizável, em informar ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, assim como ao público e à comunidade científica internacional, sobre a natureza da conduta dessas atividades, o lugar onde serão exercidas e seus resultados. O Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas deverá estar em condições de assegurar, assim que as tenha recebido, a difusão efetiva dessas informações.

**ARTIGO 12**

Todas as estações, instalações, material e veículos espaciais que se encontrarem na Lua ou nos demais corpos celestes serão acessíveis, nas condições de reciprocidade aos representantes dos demais Estados-Partes do Tratado. Estes representantes notificarão, com antecedência, qualquer visita projetada, de maneira que as consultas desejadas possam realizar-se e que se possa tomar o máximo de precaução para garantir a segurança e evitar perturbações no funcionamento normal da instalação a ser visitada.

**ARTIGO 13**

As disposições do presente Tratado aplicar-se-ão às atividades exercidas pelos Estados-Partes do Tratado na exploração e uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, quer estas atividades sejam exercidas por um Estado-Parte do Tratado por si só, quer juntamente com outros Estados, principalmente no quadro das organizações intergovernamentais internacionais.

Todas as questões práticas que possam surgir em virtude das atividades exercidas por organizações intergovernamentais internacionais em matéria de exploração e uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, serão resolvidas pelos Estados-Partes do Tratado, seja com a organização competente, seja com um ou vários dos Estados-Membros da referida organização que sejam parte do Tratado.

**ARTIGO 14**

1 — O presente Tratado ficará aberto à assinatura de todos os Estados. Qualquer Estado que não tenha assinado o presente Tratado antes de sua entrada em vigor, em conformidade com o § 3º do presente artigo, poderá a ele aderir a qualquer momento.

2 — O presente Tratado ficará sujeito à ratificação dos Estados signatários. Os instrumentos de ratificação e os instrumentos de adesão ficarão depositados junto aos governos do Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, dos Estados Unidos da América e da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, que estão, no presente Tratado, designados como governos depositários.

3 — O presente Tratado entrará em vigor após o depósito dos instrumentos de ratificação de cinco governos, inclusive daqueles designados depositários nos termos do presente Tratado.

4 — Para os Estados cujos instrumentos de ratificação ou adesão forem depositados após a entrada em vigor do presente Tratado, este entrará em vigor na data do depósito de seus instrumentos de ratificação ou adesão.

5 — Os governos depositários informarão sem demora todos os Estados signatários do presente Tratado e os que a ele tenham aderido da data de cada assinatura, do depósito de cada instrumento de ratificação ou de adesão ao presente Tratado, da data de sua entrada em vigor, assim como qualquer outra observação.

6 — O presente Tratado será registrado pelos governos depositários, em conformidade com o Artigo 102 da Carta das Nações Unidas.

#### **ARTIGO 15**

Qualquer Estado-Parte do presente Tratado poderá propor emendas. As emendas entrarão em vigor para cada Estado-Parte do Tratado que as aceite, após a aprovação da maioria dos Estados-Partes do Tratado, na data em que tiver sido recebida.

#### **ARTIGO 16**

Qualquer Estado-Parte do presente Tratado poderá, um ano após a entrada em vigor do Tratado, comunicar sua intenção de deixar de ser Parte por meio de notificação escrita enviada aos governos depositários. Esta notificação surtirá efeito um ano após a data em que for recebida.

#### **ARTIGO 17**

O presente Tratado, cujos textos em inglês, espanhol, francês e chinês fazem igualmente fé, será depositado nos arquivos dos governos depositários. Cópias devidamente autenticadas do presente Tratado serão remetidas pelos governos depositários aos governos dos Estados que houverem assinado o Tratado ou que a ele houverem aderido.

Em fé do que, os abaixo assinados, devidamente habilitados para esse fim, assinaram este Tratado.

Feito em três exemplares em Londres, Moscou e Washington, aos vinte e sete dias de janeiro de mil novecentos e sessenta e sete.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
DIREITO AERONÁUTICO E ESPACIAL  
[www.sbda.org.br](http://www.sbda.org.br) | | [sbda@sbda.org.br](mailto:sbda@sbda.org.br)

---

***ACORDO QUE REGULA AS ATIVIDADES DOS ESTADOS NA LUA E EM OUTROS CORPOS CELESTES\****

*Adotada pela Assembléia Geral da ONU: 5 de dezembro de 1979*

*(Resolução nº 34/68)*

*Aberto à assinatura: 18 de dezembro de 1979, Nova Iorque.*

*Entrada em vigor: 11 de julho de 1984.*

- Não ratificado pelo Brasil.

***Acordo que Regula as Atividades dos Estados na Lua e em Outros Corpos Celestes***

Os Estados-Partes neste Acordo:

- assinalando os êxitos alcançados pelos Estados na exploração e uso da Lua e demais corpos celestes;
- reconhecendo que a Lua, sendo satélite natural da Terra, desempenha papel importante na exploração do espaço cósmico;
- determinados firmemente a contribuir, na base da igualdade, para o desenvolvimento subsequente de cooperação entre os Estados na exploração e uso da Lua e demais corpos celestes;
- desejando não permitir a transformação da Lua em zona de conflitos internacionais;
- considerando os benefícios que podem advir do aproveitamento dos recursos naturais da Lua e demais corpos celestes;
- recordando o Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes; o Acordo sobre o Salvamento de Astronautas e a Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico; a Convenção sobre a Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais e a Convenção Relativa ao Registro de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico;
- considerando a necessidade de aplicar concretamente e desenvolver os dispositivos destes documentos internacionais em relação à Lua e os outros corpos celestes, tendo em vista o progresso subsequente da exploração e uso do espaço cósmico, convieram no seguinte:

**ARTIGO 1º**

1 – As cláusulas deste Acordo relativas à Lua se aplicarão também aos outros corpos celestes do sistema solar, excluída a Terra, exceto nos casos em que entrem em vigor normas jurídicas específicas referentes a um destes corpos celestes.

2 – Para fins deste Acordo, as referências à Lua incluirão as órbitas em torno da Lua e outras trajetórias em direção ou em torno dela.

3 – Este Acordo não se aplicará aos materiais extraterrestres que cheguem à superfície da Terra por meios naturais.

**ARTIGO 2º**

Todas as atividades na Lua, inclusive sua exploração e uso, devem ser realizadas em conformidade com o Direito Internacional, em particular com a Carta da Organização das Nações Unidas, e levando em conta a Declaração Relativa aos Princípios do Direito

Internacional Regendo as Relações Amistosas e Cooperação entre os Estados Conforme a Carta da Organização das Nações Unidas, adotada pela Assembléia Geral da Organização das Nações Unidas em 24 de outubro de 1970 [Resolução 2.625], no interesse da manutenção da paz e da segurança internacionais e do fomento à cooperação internacional e à cooperação mútua, com a devida consideração aos interesses de todos os outros Estados-Partes.

### **ARTIGO 3º**

1 – A Lua deve ser utilizada por todos os Estados-Partes exclusivamente para fins pacíficos.

2 – Na Lua, é proibido recorrer ao uso ou ameaça de uso da força e a qualquer ato hostil ou ameaça de ato hostil. Também é proibido o uso da Lua para a realização de tais atos ou a formulação de tais ameaças com relação à Terra, à Lua, às naves espaciais, à tripulação das naves espaciais e aos objetos espaciais artificiais.

3 – Os Estados-Partes não colocarão em órbita da Lua ou em qualquer trajetória de vôo para a Lua, ou em torno dela, objetos portadores de armas nucleares e de qualquer outro tipo de armas de destruição em massa, nem instalarão ou usarão tais armas no solo ou no subsolo da Lua.

4 – São proibidos na Lua o estabelecimento de bases, instalações e fortificações militares, a realização de testes com qualquer tipo de armas e a execução de manobras militares. Não se proíbe a utilização de pessoal militar para fins de pesquisa científica ou para qualquer outro fim pacífico. Não se proíbe, do mesmo modo, a utilização de qualquer equipamento ou instalação necessária à exploração e uso pacífico da Lua.

### **ARTIGO 4º**

1 – A exploração e o uso da Lua são incumbência de toda a humanidade e se realizam em benefício e no interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico ou científico. Especial atenção deve ser dada aos interesses das gerações presentes e futuras, bem como à necessidade de promover níveis de vida mais elevados e melhores condições de progresso e desenvolvimento econômico e social, em conformidade com a Carta da Organização das Nações Unidas.

2 – Em todas as suas atividades relacionadas com a exploração e uso da Lua, os Estados-Partes devem se conduzir segundo o princípio da cooperação e ajuda mútua. A cooperação internacional, em conformidade com este Acordo, deve ser a mais ampla possível e pode realizar-se em base multilateral e bilateral ou por meio de organizações internacionais intergovernamentais.

### **ARTIGO 5º**

1 – Os Estados-Partes devem informar, do modo mais prático e amplo possível, ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, bem como ao público e à comunidade científica internacional, de suas atividades relacionadas com a exploração e o uso da Lua. Informações sobre a data, os objetivos, os locais, os parâmetros orbitais e a duração de cada missão à Lua devem ser prestadas assim que possível após seu início, e informações sobre os resultados de cada missão, inclusive os científicos, devem ser prestadas após sua conclusão. Quando a missão se prolongar por mais de sessenta dias, as informações sobre seu andamento, inclusive os resultados científicos, devem ser prestadas periodicamente, a cada trinta dias. Com relação às missões com duração de mais de seis meses, é necessário comunicar posteriormente apenas dados complementares significativos.

2 – Se um Estado-Parte tiver conhecimento de que outro Estado-Parte planeja operar simultaneamente na mesma região ou na mesma órbita em torno da Lua, ou na mesma trajetória em direção à Lua ou em torno dela, deve comunicar prontamente ao outro Estado as datas e os planos de suas próprias operações.

3 – Ao realizarem suas atividades em conformidade com este Acordo, os Estados-

Partes devem informar prontamente ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, bem como ao público e à comunidade científica internacional sobre qualquer fenômeno que eles identifiquem no espaço cósmico, inclusive na Lua, capaz de pôr em perigo a vida ou a saúde humana, assim como sobre qualquer indício de vida orgânica.

#### **ARTIGO 6º**

1 – Todos os Estados têm liberdade de pesquisa científica na Lua, sem qualquer discriminação, na base da igualdade e em conformidade com o Direito Internacional.

2 – Ao realizarem pesquisas científicas em conformidade com as cláusulas deste Acordo, os Estados-Partes têm o direito de recolher e retirar da Lua amostras de elementos minerais e outros. Estas amostras devem permanecer à disposição dos Estados-Partes que promoveram sua coleta e podem ser utilizados por eles para fins científicos. Os Estados-Partes devem levar em consideração a conveniência de pôr parte de tais amostras à disposição de outros Estados-Partes interessados e da comunidade científica internacional para pesquisas científicas. Durante suas pesquisas científicas, os Estados-Partes podem também utilizar minerais e outras substâncias da Lua na quantidade necessária para dar apoio a suas missões.

3 – Os Estados-Partes concordam sobre a conveniência do intercâmbio de pessoal cientista e de outros nas missões à Lua ou nas instalações sobre a Lua, na medida mais ampla e prática possível.

#### **ARTIGO 7º**

1 Na exploração e uso da Lua, os Estados-Partes devem adotar medidas para impedir o rompimento do equilíbrio existente em seu meio ambiente, seja pela introdução de modificações nocivas a este meio, seja pela contaminação perigosa por substâncias estranhas ao meio ou por qualquer outro meio. Os Estados-Partes devem adotar também medidas para evitar alterações indesejáveis no meio ambiente da Terra pela introdução de materiais extraterrestres ou por qualquer outro meio.

2 – Os Estados-Partes devem informar ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas sobre as medidas que adotarem em conformidade com o § 1º deste Artigo, e devem também notificá-lo, com antecedência e na medida mais ampla possível, de todos os planos de instalar substâncias radioativas na Lua e os objetivos de tais instalações.

3 – Os Estados-Partes devem informar aos demais Estados-Partes e ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas sobre as áreas da Lua com especial interesse científico, a fim de que se examine, sem prejuízo dos direitos dos outros Estados-Partes, a possibilidade de declarar tais áreas reservas científicas internacionais, em relação às quais se devam adotar de comum acordo medidas defensivas especiais, em consulta com os organismos competentes da Organização das Nações Unidas.

#### **ARTIGO 8º**

1 – Os Estados-Partes podem desenvolver suas atividades na exploração e no uso da Lua em qualquer lugar de sua superfície ou subsolo, respeitadas as cláusulas deste Acordo.

2 – Para tais fins, os Estados-Partes podem, em particular:

a) Pousar seus objetos espaciais na Lua e lançá-los da Lua;

b) Colocar seu pessoal, veículos, material, estações, instalações e equipamentos espaciais em qualquer lugar da superfície ou do subsolo da Lua.

O pessoal, os veículos, o material, as estações, as instalações e os equipamentos espaciais podem se deslocar ou ser deslocados livremente na superfície da lua ou no subsolo da Lua.

3 – As atividades dos Estados-Partes, em conformidade com os §§ 1º e 2º deste Artigo, não devem interferir nas atividades de outros Estados-Partes na Lua. Em havendo o risco de tal interferência, os Estados-Partes envolvidos devem promover consultas, em conformidade com os § 2º e 3º do Artigo 15 deste Acordo.

**ARTIGO 9º**

1 – Os Estados-Partes podem estabelecer na Lua estações habitáveis e não habitáveis. O Estado-Parte que estabelecer uma estação deve utilizar apenas a área indispensável para atender às necessidades da estação e informar imediatamente ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas sobre a localização e os objetivos desta estação. Posteriormente, com intervalos de um ano, o referido Estado deve notificar também ao Secretário-Geral se esta estação continua sendo utilizada e se seus objetivos foram alterados.

2 – As estações devem ser instaladas de modo a não dificultar o livre acesso a todas as áreas da Lua do pessoal, veículos e equipamentos dos outros Estados-Partes que realizam atividades na Lua, em conformidade com as cláusulas deste Acordo e do Artigo 1º do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes.

**ARTIGO 10**

1 – Os Estados-Partes devem adotar todas as medidas práticas para proteger a vida e a saúde das pessoas que se encontrem na Lua. Para esse fim, devem considerar qualquer pessoa que se encontre na Lua como astronauta, no sentido do Artigo 5º do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, e também como membro da tripulação de uma nave espacial, no sentido do Acordo sobre o Salvamento de Astronautas e a Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico.

2 – Os Estados-Partes devem oferecer abrigo em suas estações, instalações, veículos e equipamentos as pessoas que se encontrem em situação de perigo na Lua.

**ARTIGO 11**

1 – A Lua e seus recursos naturais são patrimônio comum da humanidade, como expressam as cláusulas do presente Acordo, e, em particular, o § 5º deste Artigo.

2 – A Lua não pode ser objeto de apropriação nacional por proclamação e soberania, por uso ou ocupação, nem por qualquer outro meio.

3 – A superfície e o subsolo da Lua, bem como partes da superfície ou do subsolo e seus recursos naturais, não podem ser propriedade de qualquer Estado, organização internacional intergovernamental ou não-governamental, organização nacional ou entidade não-governamental, ou de qualquer pessoa física. O estabelecimento na superfície ou no subsolo da Lua de pessoal, veículos, material, estações, instalações e equipamentos espaciais, inclusive obras vinculadas indissolúvelmente à sua superfície ou subsolo, não cria o direito de propriedade sobre sua superfície ou subsolo e suas partes. Estes dispositivos não devem prejudicar o regime internacional referido no § 5º deste Artigo.

4 – Os Estados-Partes têm o direito à exploração e ao uso da Lua, sem qualquer discriminação, em condições de igualdade e em conformidade com o Direito Internacional e as cláusulas deste Acordo.

5 – Os Estados-Partes se comprometem, pelo presente Acordo, a estabelecer um regime internacional, inclusive os procedimentos adequados, para regulamentar a exploração dos recursos naturais da Lua, quando esta exploração estiver a ponto de se tornar possível. Este dispositivo deve ser aplicado em conformidade com o Artigo 18 do presente Acordo.

6 – Para facilitar o estabelecimento do regime Internacional referido no § 5º deste Artigo, os Estados-Partes devem informar ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, ao grande público e à comunidade científica internacional, do modo mais amplo e prática possível, sobre todos os recursos naturais que eles possam descobrir na Lua.

7 – Entre os principais objetivos do regime internacional a ser estabelecido estão:

- a) Assegurar o aproveitamento ordenado e seguro dos recursos naturais da Lua;
- b) Assegurar a gestão racional destes recursos;
- c) Ampliar as oportunidades de utilização destes recursos; e

d) Promover a participação equitativa de todos os Estados-Partes nos benefícios auferidos destes recursos, tendo especial consideração para os interesses e necessidades dos países em desenvolvimento, bem como para os esforços dos Estados que contribuíram, direta ou indiretamente, na exploração da Lua.

8 – Todas as atividades relacionadas com os recursos naturais da Lua devem ser realizadas de modo compatível com os objetivos indicados no § 7º deste Artigo e com os dispositivos do § 2º do Artigo 6º do presente Acordo

#### **ARTIGO 12**

1 – Os Estados-Partes conservam a jurisdição e o controle sobre seu pessoal, veículos, material, estações, instalações e equipamentos espaciais que se encontrem na Lua. A presença na Lua destes veículos, material, estações, instalações e equipamentos espaciais não afeta o direito de propriedade que se exerça sobre eles.

2 – Os veículos, as instalações, o material, e suas partes constituintes, encontrados fora do local a que estavam destinados devem ser tratados em conformidade com as cláusulas do Artigo 5º do Acordo sobre o Salvamento de Astronautas e a Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico.

3 – Em caso de emergência com perigo para a vida humana, os Estados-Partes podem utilizar o material, os veículos, as instalações, os equipamentos e as reservas dos outros Estados-Partes que se encontrem na Lua. Informações sobre esta utilização devem ser prestadas prontamente ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas ou ao Estado-Parte interessado.

#### **ARTIGO 13**

O Estado-Parte que tomar conhecimento de que na Lua ocorreu um desastre de aterrissagem ou um pouso forçado ou involuntário de um objeto espacial não lançado por ele, ou de suas partes componentes, deve prontamente informar a respeito ao Estado lançador e ao Secretário Geral da Organização das Nações Unidas.

#### **ARTIGO 14**

1 – Os Estados-Partes deste Acordo têm a responsabilidade internacional das atividades nacionais realizadas na Lua, sejam elas exercidas por organismos governamentais ou por entidades não-governamentais, e de velar para que as atividades nacionais sejam efetuadas em conformidade com as disposições anunciadas neste Acordo. Os Estados-Partes devem assegurar que as entidades não-governamentais sob sua jurisdição só realizem atividades na Lua com autorização e sob vigilância contínua do competente Estado-Parte.

2 – Os Estados-Partes reconhecem que, com o desenvolvimento das atividades na Lua, podem ser necessários instrumentos detalhados sobre a responsabilidade por danos causados na Lua, complementando as disposições do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, e da Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais. Estes instrumentos devem ser elaborados em conformidade com o procedimento estabelecido no Artigo 18 do presente Acordo.

#### **ARTIGO 15**

1 – Cada Estado-Parte pode certificar-se de que as atividades dos outros Estados-Partes na exploração e uso da Lua são compatíveis com as disposições deste Acordo. Para esse fim, todos os veículos, o material, as estações, as instalações e equipamentos espaciais na Lua devem ser acessíveis aos outros Estados-Partes deste Acordo. Estes Estados-Partes devem comunicar a projetada visita com razoável antecedência, permitindo a realização das consultas pertinentes e a adoção das medidas de precaução máxima para garantir a segurança e evitar perturbações no funcionamento normal das instalações a serem visitadas. No cumprimento deste Artigo, qualquer Estado-Parte pode agir com seus próprios meios ou com a assistência total ou parcial de qualquer outro Estado-Parte, ou através de

procedimentos internacionais adequados nos marcos da Organização das Nações Unidas e em conformidade com sua Carta.

2 – O Estado-Parte que tenha razões para supor que outro Estado-Parte não cumpra as obrigações que lhe incumbem em conformidade com este Acordo, ou que interfira nos direitos atribuídos ao primeiro Estado Parte por este Acordo, pode solicitar a celebração de consultas com este outro Estado-Parte. O Estado-Parte que receber tal solicitação deve iniciar estas consultas prontamente. Qualquer outro Estado-Parte que o solicite tem o direito de participar destas consultas. Cada Estado-Parte que participar destas consultas deve buscar uma solução mutuamente aceitável para qualquer litígio e levar em consideração os direitos e interesses de todos os Estados-Partes. O Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas deve ser informado dos resultados destas consultas e deve transmitir as informações recebidas a todos os Estados-Partes interessados.

3 – Se as consultas não conduzirem a uma solução mutuamente aceitável, com a devida consideração aos direitos e interesses de todos os Estados-Partes, as partes interessadas devem adotar todas as medidas para solucionar o litígio por outros meios pacíficos, à sua escolha e segundo as circunstâncias e a natureza do litígio. Se surgirem dificuldades por ocasião do início das consultas, ou se as consultas não permitirem que se alcance uma solução mutuamente aceitável, qualquer Estado-Parte pode solicitar a assistência do Secretário-Geral, sem procurar o consentimento de qualquer outra parte no litígio, a fim de solucionar o litígio. O Estado-Parte que não mantenha relações diplomáticas com outro Estado-Parte interessado pode participar das mencionadas consultas, a seu critério, diretamente ou representado por outro Estado-Parte ou pelo Secretário-Geral.

#### **ARTIGO 16**

Neste acordo, excetuados os Artigos 17 e 21, as referências feitas aos Estados devem ser consideradas como aplicáveis a qualquer organização internacional intergovernamental que realize atividades espaciais, se esta organização declarar que aceita os direitos e obrigações previstos no presente Acordo e se a maioria dos Estados-Membros desta organização estiver entre os Estados-Partes do presente Acordo e do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades Espaciais dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes. Os Estados-Membros de tal organização e Partes do presente Acordo devem adotar todas as medidas necessárias para garantir que esta organização faça uma declaração atendendo às disposições deste Artigo.

#### **ARTIGO 17**

Qualquer Estado-Parte deste Acordo pode propor emendas ao Acordo. As emendas entram em vigor, para cada Estado-Parte deste Acordo que as aceite, logo que aprovadas pela maioria dos Estados-Partes deste Acordo, e, a seguir, para os demais Estados-Partes deste Acordo, na data em que cada um deles as aprovar.

#### **ARTIGO 18**

Dez anos após a entrada em vigor deste Acordo, a questão do exame do Acordo deve ser incluída na ordem do dia provisória da Assembléia Geral da Organização das Nações Unidas, para se determinar com base na experiência de aplicação deste Acordo, se ele necessita de revisão. Não obstante, a qualquer momento, após cinco anos de vigência deste Acordo, o Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, na condição de Depositário, deve convocar, por solicitação de um terço dos Estados-Partes deste Acordo e com o consentimento da maioria dos Estados-Partes, uma conferência para reexaminar este Acordo. A conferência encarregada do reexame apreciará também a questão da aplicação das disposições do § 5º do Artigo 11, com base no princípio indicado no § 1º daquele Artigo, considerando, em particular, os avanços tecnológicos pertinentes.

#### **ARTIGO 19**

1 – Este Acordo está aberto à assinatura de todos os Estados na sede da Organização

das Nações Unidas, em Nova Iorque.

2 – Este Acordo está sujeito à ratificação dos Estados signatários. Qualquer Estado que não tenha assinado este Acordo antes de sua entrada em vigor, em conformidade com o § 3º deste Artigo, pode aderir ao mesmo a qualquer momento. Os instrumentos de ratificação e os de adesão devem ser depositados junto ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas.

3 – Este Acordo entra em vigor no trigésimo dia após o depósito de cinco instrumentos de ratificação.

4 – Para cada Estado que depositar seu instrumento de ratificação ou de adesão depois da entrada em vigor do presente Acordo, este entra em vigor no trigésimo dia após o depósito do respectivo instrumento.

5 – O Secretário-Geral deve informar sem demora a todos os Estados signatários deste Acordo, e aos que tenham aderido ao mesmo, da data de cada assinatura, da data do depósito de cada instrumento de ratificação ou de adesão, da data da entrada em vigor deste Acordo, bem como de qualquer outra notificação.

#### **ARTIGO 20**

Qualquer Estado-Parte deste Acordo, um ano após a sua entrada em vigor, pode comunicar sua intenção de deixar de ser Parte por meio de notificação escrita dirigida ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas. A notificação surte efeito um ano após a data de seu recebimento.

#### **ARTIGO 21**

O presente Acordo, cujos textos em árabe, chinês, espanhol, francês, inglês e russo fazem igualmente fé, será depositado junto ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, que enviará cópias autenticadas deste Acordo a todos os Estados signatários ou que a ele houverem aderido.

EM FÉ do que, os abaixo assinados, devidamente habilitados por seus respectivos governos para esse fim, assinaram este Acordo, aberto para assinatura em Nova Iorque em 18 de dezembro de 1979.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
DIREITO AERONÁUTICO E ESPACIAL  
[www.sbda.org.br](http://www.sbda.org.br) | | [sbda@sbda.org.br](mailto:sbda@sbda.org.br)

---

***PRINCÍPIOS RELATIVOS AO USO DE FONTES DE ENERGIA NUCLEAR NO ESPAÇO EXTERIOR***

*Resolução 47/68, aprovada pela Assembléia Geral da ONU, de 14 de dezembro de 1992.*

***Princípios Relativos ao Uso de Fontes de Energia Nuclear no Espaço Exterior***

**PREÂMBULO**

**A Assembléia Geral**

Reconhecendo que para algumas missões no espaço exterior as fontes de energia nuclear são especialmente apropriadas ou até essenciais, devido à sua construção compacta, à sua longa vida e a outros atributos,

Reconhecendo que o uso de fontes de energia nuclear no espaço exterior deveria concentrar-se nas aplicações em que se aproveitam as propriedades particulares destas fontes de energia,

Reconhecendo que o uso de fontes de energia nuclear no espaço exterior deve basear-se na avaliação meticulosa da segurança, inclusive na análise das probabilidades de risco, com especial ênfase na redução dos riscos de exposição acidental do público à radiação nociva ou a materiais radiativos,

Reconhecendo, a este respeito, a necessidade de um conjunto de princípios que contenha objetivos e diretrizes, para garantir o uso de fontes de energia nuclear no espaço exterior em condições de segurança,

Afirmando que o presente conjunto de Princípios aplica-se às fontes de energia nuclear no espaço exterior destinadas à geração de energia elétrica a bordo dos objetos espaciais para fins distintos da propulsão, com características, em geral, comparáveis às dos sistemas usados e das missões realizadas na época em que se adotaram estes princípios,

Reconhecendo que o presente conjunto de Princípios estará sujeito a revisões futuras, em vista das novas aplicações da energia nuclear e das recomendações internacionais em evolução sobre proteção radiológica.

Aprova os Princípios Relativos ao Uso de Fontes de Energia Nuclear no Espaço Exterior, como se enuncia a seguir.

**Princípio 1. Aplicabilidade do Direito Internacional**

As atividades envolvendo o uso de fontes de energia nuclear no espaço exterior deverão efetuar-se em conformidade com o Direito Internacional, inclusive em particular a Carta das Nações Unidas e o Tratado sobre Princípios Regulares das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Exterior, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes.

**Princípio 2. Uso de termos**

1. Para efeito destes Princípios, os termos «Estado de lançamento» ou «Estado que lança um objeto espacial» designam o Estado que exerce a jurisdição e o controle sobre um objeto espacial com fonte de energia nuclear a bordo em momento determinado, em relação com o princípio de que se trate.

2. Para efeito do Princípio 9, será aplicada a definição do termo «Estado de lançamento» exposto neste Princípio.



3. Para efeito do Princípio 3, os termos «previsível» e «possível» indicam um tipo de acontecimentos ou circunstâncias cuja probabilidade geral de ocorrer é tal que se considera que inclui apenas possibilidades críveis para efeito das análises de segurança.

**Princípio 3. Diretrizes e critérios para o uso em condições de segurança**

A fim de reduzir ao mínimo a quantidade de material radiativo no espaço e os riscos envolvidos, o uso de fontes de energia nuclear no espaço exterior será limitado às missões espaciais que não possam se abastecer de fontes de energia não-nuclear, de forma razoável.

1. Objetivos gerais de proteção contra a radiação e de segurança nuclear.

1.1 Os Estados que lançam objetos espaciais com fontes de energia nuclear a bordo deverão se empenhar para proteger as pessoas, as populações e a biosfera dos perigos radiológicos. O projeto e o uso de objetos espaciais com fontes de energia nuclear a bordo deverão garantir, com alto grau de confiabilidade, que os riscos, em circunstâncias operacionais ou acidentais previsíveis, serão mantidos abaixo dos níveis aceitáveis definidos nos parágrafos 1.2 e 1.3. As fontes de energia nuclear também deverão ser projetadas e usadas de modo a garantir, com alto grau de confiabilidade, que o material radiativo não contamine significativamente o espaço exterior.

1.2 Durante a operação normal de objetos espaciais com fontes de energia nuclear a bordo, inclusive o reingresso a partir de órbita suficientemente alta, como se define no parágrafo 2.2, deverá observar-se o objetivo da proteção adequada contra a radiação recomendado pela Comissão Internacional de Proteção contra as Radiações (CIPR). Durante a referida operação normal, não haverá exposição radiológica apreciável.

1.3 Para limitar a exposição em acidentes, o projeto e a construção dos sistemas de fontes de energia nuclear deverão levar em consideração as diretrizes internacionais geralmente aceitas e pertinentes sobre a proteção contra as radiações.

Exceto nos casos de pouca probabilidade de acidentes com consequências radiológicas potencialmente graves, o projeto dos sistemas de fonte de energia nuclear deverá limitar, com alto grau de confiança, a exposição à radiação a uma região geográfica reduzida e, no que diz respeito às pessoas, ao limite principal de um mSv por ano. É admissível usar um limite subsidiário para as doses de 5 mSv por ano durante alguns anos, sempre que a dose equivalente efetiva anual média durante uma vida não supere o limite principal de 1 mSv por ano.

A probabilidade de acidentes com consequências potencialmente radiológicas, mencionada antes, será mantida em nível extremamente baixo por meio do projeto do sistema.

As modificações futuras das diretrizes a que se fazem referências neste parágrafo serão aplicadas o mais cedo possível.

1.4 Os sistemas importantes para a segurança serão projetados, construídos e aplicados em conformidade com o princípio geral de defesa em profundidade. Segundo este princípio, as falhas ou imperfeições previsíveis que tenham relação com a segurança devem poder ser corrigidas e contrarrestadas mediante uma ação ou procedimento, se possível automático. A confiabilidade dos sistemas importantes para a segurança ficará assegurada, inter alia, mediante a redundância, a separação física, o isolamento funcional e a independência suficiente de seus componentes.

Serão adotadas também outras medidas para elevar o nível de segurança.

**2. Reatores nucleares**

2.1 Os reatores nucleares poderão funcionar:

(i) em missões interplanetárias;

(ii) em órbitas suficientemente altas definidas no parágrafo 2.2;

(iii) em órbitas terrestres baixas, se forem estacionados em uma órbita suficientemente alta depois da parte operacional de sua missão;

2.2 Uma órbita suficientemente alta é aquela em que a vida orbital é longa o suficiente para que se produza desintegração suficiente dos produtos da fissão até chegar a uma atividade da ordem dos actínidos.

2.3 Nos reatores nucleares, deverá ser usado como combustível unicamente urânio 235 altamente enriquecido. Na concepção, deverá ser levada em conta a desintegração radiológica dos produtos de fissão e de ativação.

2.4 Os reatores nucleares não deverão alcançar a etapa crítica antes de terem chegado à órbita operacional ou de terem alcançado a trajetória interplanetária.

2.5 O projeto e a construção do reator nuclear deverão garantir que este reator não possa alcançar a fase crítica antes de chegar à órbita operacional, em todas as circunstâncias possíveis, entre elas a explosão do foguete, o reingresso, o impacto em terra ou água, a imersão em água ou a penetração de água no núcleo do reator.

2.6 A fim de reduzir, em grau considerável, a possibilidade de falhas nos satélites com reatores nucleares a bordo durante as operações numa órbita que tenha vida mais curta que uma órbita suficientemente alta (inclusive as operações de transferência a uma órbita suficientemente alta), deverá haver um sistema operacional altamente confiável que garanta a destruição eficaz e controlável do reator.

### 3. Geradores isotópicos

3.1 Os geradores isotópicos poderiam ser usados para missões interplanetárias e outras missões mais além do campo gravitacional da Terra. Também podem ser usados em órbitas terrestres, se forem estacionados numa órbita alta logo após a conclusão da parte operacional de sua missão. Em qualquer caso, é necessário, em última instância, destruí-los.

3.2 Os geradores isotópicos deverão estar protegidos por um sistema de proteção concebido e construído de modo a suportar o calor e as forças aerodinâmicas durante o reingresso na atmosfera superior em todas as condições orbitais previsíveis, inclusive órbitas muito elípticas ou hiperbólicas, se for o caso.

O sistema de contenção e a forma física do isótopo deverão garantir que não se produza a dispersão de material radiativo no meio ambiente, de tal modo que a zona de impacto possa ficar totalmente livre de radioatividade graças a uma operação de recuperação.

### **Princípio 4. Avaliações de segurança**

1. O Estado de lançamento, definido no parágrafo único do Princípio 2, adotará medidas, na etapa de lançamento, para que antes de cada lançamento se proceda a avaliação profunda e exaustiva das condições de segurança, em colaboração, quando for o caso, com quem projetou, construiu ou fabricou a referida fonte de energia nuclear, ou quem deve operar o objeto espacial com uma fonte de energia nuclear a bordo ou a partir de cujo território ou instalações o objeto seja lançado. A avaliação abarcará também todas as fases pertinentes da missão e todos os sistemas correspondentes, inclusive os meios de lançamento, a plataforma espacial, a fonte de energia nuclear e seu equipamento, e os meios de controle e comunicação entre a Terra e o espaço.

2. A avaliação deverá se ajustar às diretrizes e critérios para o uso em condições de segurança enunciados no Princípio 3.

3. Em conformidade com o artigo XI do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, os resultados das avaliações de segurança, na medida do possível junto com indicação da duração aproximada do lançamento, deverão ser tornados públicos, antes de cada lançamento, e o Secretário- Geral das Nações Unidas será informado sobre a forma em que os Estados possam chegar a conhecer tais resultados das avaliações de segurança, assim que possível, antes de cada lançamento.

### **Princípio 5. Notificação de regresso**

1. O Estado que lança um objeto espacial com fonte de energia nuclear a bordo deverá informar, em tempo hábil, aos Estados interessados, no caso de esse objeto espacial apresentar falhas de funcionamento com risco de reingresso de material radiativo na Terra. A informação deve ajustar-se ao seguinte modelo:

**A Parâmetros do sistema**

A.1 Nome do Estado ou dos Estados de lançamento, inclusive o endereço da autoridade a quem se possa pedir informação ou assistência em caso de acidente.

A.2 Designação internacional

A.3 Data e território ou lugar de lançamento

A.4 Informação necessária que permita predizer com a maior exatidão possível a duração da órbita, a trajetória e a zona de impacto.

A.5 Função geral do veículo espacial

B. Informação sobre os riscos de radiações da fonte ou fontes de energia nuclear.

B.1 Tipo de fonte (fonte radioisotópica ou reator)

B.2 Forma física provável, quantidade e características radiológicas gerais do combustível e dos componentes contaminados ou ativados com probabilidades de chegar à superfície terrestre. O termo «combustível» refere-se ao material nuclear usado como fonte de calor ou de energia.

Essa informação deverá ser transmitida também ao Secretário-Geral das Nações Unidas.

2. O Estado de lançamento deverá fornecer a informação em conformidade com o formato de notificação descrito no parágrafo precedente assim que se tiver conhecimento da imperfeição. A informação deverá ser atualizada com tanta frequência quanto for possível, e a informação deverá ser difundida com frequência cada vez maior, à medida em que se aproxima o momento previsto de reingresso nas camadas densas da atmosfera terrestre, de maneira que a comunidade internacional fique a par da situação e tenha tempo suficiente para planejar as atividades de cada país consideradas necessárias.

3. A informação atualizada também deverá ser transmitida ao Secretário-Geral das Nações Unidas com a mesma frequência.

**Princípio 6. Consultas**

Os Estados que forneceram informação de acordo com o Princípio 5 deverão responder prontamente, na medida do razoavelmente possível, às solicitações de outros Estados por informação subsequente ou consultas.

**Princípio 7. Assistência aos Estados**

1. Após a notificação de reingresso previsto na atmosfera da Terra de um objeto espacial portador de fonte de energia nuclear e seus componentes, todos os Estados que possuem instalações de vigilância e rastreamento, comunicarão, com a maior rapidez possível, ao Secretário-Geral das Nações Unidas e ao Estado interessado, em conformidade com o espírito de cooperação internacional, a informação pertinente de que disponham sobre o funcionamento defeituoso do objeto espacial portador de fonte de energia nuclear, a fim de que os Estados que possam ser afetados avaliem a situação e tomem as medidas de precaução que considerarem necessárias.

2. Depois do reingresso na atmosfera da Terra de objeto espacial portador de fonte de energia nuclear e seus componentes:

a) O Estado de lançamento deverá oferecer imediatamente e, se o Estado afetado o solicitar, deverá prestar imediatamente a assistência necessária para eliminar os efeitos prejudiciais reais e possíveis, inclusive a assistência para se determinar a localização da zona de impacto da fonte de energia nuclear na superfície da Terra, detectar o material que reingressou e realizar operações de recuperação e limpeza;

b) Todos os demais Estados que tenham a capacidade técnica pertinente e as organizações internacionais que possuam esta capacidade técnica deverão proporcionar a assistência necessária, na medida do possível e sob prévia solicitação do Estado afetado.

Ao se prestar assistência em conformidade com o disposto nos parágrafos a) e b) *supra*, deverão ser levadas em consideração as necessidades especiais dos países em desenvolvimento.

#### **Princípio 8. Responsabilidade**

Em conformidade com o Artigo VI do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, os Estados deverão arcar com a responsabilidade internacional pelas atividades nacionais que envolvam o uso de fontes de energia nuclear, quer sejam tais atividades exercidas por organismos governamentais ou entidades não governamentais, e de velar para que tais atividades nacionais sejam efetuadas de acordo com o referido Tratado e com as recomendações contidas nestes Princípios. Em caso de atividades realizadas por uma organização internacional no espaço exterior envolvendo o uso de fontes de energia nuclear, a responsabilidade pela observação do referido Tratado e pelas recomendações contidas nestes Princípios caberá a esta organização internacional e aos Estados que dela fazem parte.

#### **Princípio 9. Responsabilidade e indenização**

1. Em conformidade com o Artigo VII do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, e as disposições da Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos causados por Objetos Espaciais, todo Estado que proceda ou mande proceder ao lançamento de um objeto espacial, e qualquer Estado cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto espacial, será responsável, do ponto de vista internacional, pelos danos causados por estes objetos espaciais ou seus componentes. Isto se aplica plenamente ao caso em que tal objeto espacial leve a bordo uma fonte de energia nuclear. Sempre que dois ou mais Estados lancem juntamente um objeto espacial, eles serão responsáveis solidariamente pelos danos causados, em conformidade com o Artigo V da mencionada Convenção.

2. A indenização que os Estados serão obrigados a pagar por dano nos termos da mencionada Convenção será determinada pelo Direito Internacional e pelos princípios de justiça e equidade, a fim de proporcionar a compensação pelo dano de tal forma que a pessoa, física ou jurídica, o Estado ou a organização internacional, em cujo favor tenha sido apresentando o pedido de indenização, seja restaurado na condição que teria existido caso o dano não houvesse ocorrido.

3. Para efeito deste Princípio, a indenização deverá incluir o reembolso dos gastos devidamente justificados que tenham sido realizados em operações de busca, recuperação e limpeza, incluídos os gastos relativos à assistência recebida de terceiros.

#### **Princípio 10. Solução de controvérsias**

Qualquer controvérsia resultante da aplicação destes Princípios deverá ser resolvida por meio de negociações ou de outros procedimentos estabelecidos para a solução pacífica das controvérsias, em conformidade com a Carta das Nações Unidas.

#### **Princípio 11. Revisão**

Estes Princípios deverão ser reconsiderados para efeito de revisão pelo Comitê para o Uso Pacífico do Espaço Exterior, no mínimo dois anos após sua aprovação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
DIREITO AERONÁUTICO E ESPACIAL

[www.sbda.org.br](http://www.sbda.org.br) | | [sbda@sbda.org.br](mailto:sbda@sbda.org.br)

---

***DECLARAÇÃO SOBRE A COOPERAÇÃO INTERNACIONAL NA EXPLORAÇÃO E USO DO ESPAÇO EXTERIOR EM BENEFÍCIO E NO INTERESSE DE TODOS OS ESTADOS, LEVANDO EM ESPECIAL CONSIDERAÇÃO AS NECESSIDADES DOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO***

***Resolução 51/122.***

*Adotada pela Assembléia Geral da ONU,  
em 13 de dezembro de 1996.*

***Declaração sobre a Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Exterior em Benefício e no Interesse de todos os Estados Levando em Especial Consideração as Necessidades dos Países em Desenvolvimento***

**A Assembléia Geral,**

Considerando o relatório do Comitê para o Uso Pacífico do Espaço Exterior sobre o trabalho de sua 39ª Sessão e o texto da Declaração sobre a Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Exterior em Benefício e no Interesse de todos os Estados, levando em Especial Consideração as Necessidades dos Países em Desenvolvimento, como foi aprovado pelo Comitê e anexado a seu relatório,

Tendo em conta as disposições pertinentes da Carta das Nações Unidas,

Recordando, em especial, as disposições do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes,

Recordando também as Resoluções pertinentes da Assembléia Geral relativas às atividades no espaço exterior,

Tendo em conta as recomendações da 2ª Conferência das Nações Unidas sobre Exploração e Uso Pacífico do Espaço Exterior e de outras conferências internacionais relevantes neste campo,

Reconhecendo o alcance e a importância crescentes da cooperação internacional entre os Estados e entre os Estados e as organizações internacionais na exploração e uso do espaço exterior para fins pacíficos,

Considerando as experiências adquiridas em projetos cooperativos internacionais,

Convencida da necessidade e da relevância do fortalecimento progressivo da cooperação internacional visando alcançar ampla e eficiente colaboração neste campo, em benefício mútuo e no interesse de todas as partes envolvidas,

Desejosa de facilitar a aplicação do princípio de que a exploração e o uso do espaço exterior, inclusive a Lua e demais corpos celestes, devem ter em mira o bem e o interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico, e são incumbência de toda a humanidade.

Adota a Declaração sobre a Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Exterior em Benefício e no Interesse de todos os Estados, levando em Especial Consideração as Necessidades dos Países em Desenvolvimento, contida no anexo da presente resolução.

## ANEXO

### **Declaração sobre a Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Exterior em Benefício e no Interesse de todos os Estados, levando em Especial Consideração as Necessidades dos Países em Desenvolvimento**

1. A cooperação internacional na exploração e uso do espaço exterior para fins pacíficos (daqui por diante designada de «cooperação internacional») deve ser conduzida de acordo com as normas do Direito Internacional, inclusive a Carta das Nações Unidas e o Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Exterior, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes. Ela deve ter em mira o bem e interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico, e é incumbência de toda a humanidade. As necessidades dos países em desenvolvimento devem ser levadas em especial consideração.
2. Os Estados têm liberdade para definir todos os aspectos de sua participação na cooperação para a exploração e uso do espaço exterior, em bases equitativas e mutuamente aceitáveis. Os termos contratuais destes empreendimentos cooperativos devem ser justos e razoáveis e estar em plena conformidade com os direitos e interesses legítimos das partes concernentes, como, por exemplo, com os direitos de propriedade intelectual.
3. Todos os Estados, especialmente aqueles com importante capacidade espacial e com programas de exploração e uso do espaço exterior, devem contribuir para a promoção e o avanço da cooperação internacional em bases equitativas e mutuamente aceitáveis. Neste contexto, atenção especial deve ser prestada ao bem e ao interesse dos países em desenvolvimento e países em programas espaciais incipientes decorrentes desta cooperação internacional promovida com países dotados de capacidade espacial mais avançada.
4. A cooperação internacional deve ser conduzida através de modalidades que os países concernentes considerem mais efetivas e apropriadas, inclusive, *inter alia*, modalidades governamentais e não governamentais; comerciais e não comerciais, globais, multilaterais, regionais e bilaterais; e cooperação internacional entre os países, em todos os níveis de desenvolvimento.
5. A cooperação internacional, ao levar em especial consideração as necessidades dos países em desenvolvimento, deve perseguir, *inter alia*, os seguintes objetivos, tendo em vista eficiente alocação de recursos:
  - Promover o desenvolvimento da ciência e tecnologia espaciais e de suas aplicações;
  - Estimular o desenvolvimento das capacidades espaciais relevantes e apropriadas nos países interessados;
  - Facilitar o intercâmbio de especialistas e de tecnologias entre os Estados, em bases mutuamente aceitáveis.
6. As agências nacionais e internacionais, as instituições de pesquisa, as organizações de ajuda ao desenvolvimento, bem como os países desenvolvidos e em desenvolvimento devem considerar o uso apropriado de aplicações espaciais e o potencial da cooperação internacional para alcançar seus objetivos de desenvolvimento.
7. O Comitê para o Uso Pacífico do Espaço Exterior deve ser fortalecido em suas atribuições, entre outras, como fórum para o intercâmbio de informações sobre as atividades nacionais e internacionais no campo da cooperação na exploração e uso do espaço exterior.
8. Todos os Estados devem ser estimulados a contribuir para o Programa das Nações Unidas de Aplicações Espaciais e para outras iniciativas no campo da cooperação internacional de acordo com suas capacidades espaciais e com sua participação na exploração e uso do espaço exterior.

# **APÊNDICE 02**

**Questionários**



## Ensino Crítico de Astronomia para Professores do Ensino Básico

### Ficha de Inscrição e Questionário Inicial do Participante

Este questionário pretende coletar algumas informações sobre sua formação e atuação profissional a fim de obter um conhecimento sobre sua atividade docente; ele é de suma importância para o trabalho a ser desenvolvido.

Agradecemos sua oportuna colaboração.

#### Dados Pessoais

Nome completo: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ n.º: \_\_\_\_\_ Compl.: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_

UF: \_\_\_\_ Naturalidade: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_

Endereço eletrônico: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Graduação: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Ano de Conclusão: \_\_\_\_\_

Pós-graduação: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Ano de Conclusão: \_\_\_\_\_

Cursos de curta duração realizados (mais importantes), duração e motivos que o levaram a cursá-los:

---



---



---



---



**Dados Profissionais**

Escola(s) onde leciona (caso não esteja lecionando, coloque uma na qual já trabalhou):

---

---

Série(s):

---

---

Última nota no IDEB, da escola em que trabalha atualmente: \_\_\_\_\_ Número de alunos com os quais você trabalha atualmente: \_\_\_\_\_

Tempo de Docência: \_\_\_\_\_

Adota (ou já adotou) algum livro didático? \_\_\_\_\_

Em caso afirmativo, qual(is)?:

---

---

Exerce alguma outra função além do magistério, em alguma instituição?

---

---

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012

---

(Assinatura)

# **APÊNDICE 03**

**Folder de divulgação do curso**

Curso de aperfeiçoamento profissional  
Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora

# Ensino Crítico de Astronomia para Professores do Ensino Básico

## Período

13 a 17 de fevereiro de 2012

## Horário

Das 19 h às 21 h

## Local

Centro de Ciências da UFJF  
Rua Visconde de Mauá, 300  
Bairro Santa Helena

Número de vagas: 30

## Inscrições e informações

Professores da rede municipal: 3690-7433  
Demais professores: 3229-7606



Uma abordagem social de questões científicas e tecnológicas relacionadas ao conhecimento astronômico.  
Ensino de astronomia no Brasil.  
Astronomia na sala de aula.  
Astronomia e sociedade.

