

# Educação espacial no Ensino Fundamental: Uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação

(Space education in the elementary school: A working proposal using the action and reaction principle)

Norma Teresinha Oliveira Reis<sup>1</sup> e Nilson Marcos Dias Garcia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Secretaria de Educação Básica, Ministério da Educação, Brasília, DF, Brasil

<sup>2</sup>Departamento Acadêmico de Física e Programa de Pós Graduação em Tecnologia,  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

Recebido em 9/1/2006; Revisado em 5/4/2006; Aceito em 18/5/2006

Neste trabalho são relatados os resultados de uma pesquisa realizada junto a alunos do Ensino Fundamental, que teve como objetivo motivar e utilizar elementos da exploração espacial para facilitar a compreensão de um assunto científico específico e propiciar conhecimento sobre as atividades astronômicas. Participaram do experimento doze alunos e dois professores do Ensino Fundamental público e a metodologia utilizada foi a das atividades *hands-on*, na qual os alunos trabalham ativamente na reconstrução do princípio estudado, no caso, o da ação e reação. Os resultados permitiram inferir que a realização de atividades em Educação Espacial pode se caracterizar como uma experiência rica em significados que contribui para o processo de ensino-aprendizagem e que facilita a compreensão de conceitos das áreas de ciência, tecnologia e afins, de forma interdisciplinar.

**Palavras-chave:** ensino de ciências, educação espacial, astronômica.

This paper explores the results of a research involving elementary school students, aiming to motivate and to use elements of space exploration in order to help the understanding of a specific scientific subject and to promote knowledge of astronomical activities. Twelve students and two teachers of elementary public school participated in the experiment applying the methodology of hands-on activities in which the students work actively in the reconstruction of the principle under study, that is, the principle of action and reaction. The results allow us to infer that the realization of activities in space education helps in the learning of concepts of science, technology and related fields in an interdisciplinary approach.

**Keywords:** science teaching, space education, astronautics.

## 1. A exploração espacial no Brasil e no mundo

O desejo de alcançar as estrelas é um dos mais antigos sonhos da humanidade. As lendas mitológicas, como o célebre sonho de *Ícaro*, estão repletas de episódios ligados à conquista dos céus. Segundo R. Argentièrre, citado por Azevedo [1], o mais antigo documento referente à primitiva concepção de astronômica é datado de mais de 5 mil anos e descreve a façanha do rei Etam, que teria ascendido aos céus. Vários cientistas e escritores de ficção científica, ao longo da história, trataram de uma hipotética viagem à Lua: dentre estes, Ariosto, em *Orlando Furioso*; Kepler, em *Sonho Astronômico*; Godwin, em *O Homem na Lua*; Wilkins, em *O Mundo da Lua*; H. G. Wells, em *Os Primeiros Homens na Lua* e o célebre Júlio Verne, em *Da Terra à Lua* e *A Roda da Lua*.

A astronômica, ou seja, a exploração do espaço exterior pela espécie humana, é uma das mais recentes ciências e práticas da história da ciência e da tecnologia. O professor russo Konstantin E. Tsiolkovsky (1857-1935) é considerado o pai dessa ciência. Inspirado em autores como Júlio Verne e sua obra *Da Terra à Lua*, delineou já no início do século XX, os princípios da propulsão utilizados em vôos espaciais. Para ele, *a jornada ao cosmos não era apenas uma questão de desbravamento. Em vez disso, era um lugar para ocupação definitiva* [2].

Dentre os estudiosos que seguiram Tsiolkovsky em seu trabalho de equacionar as questões relacionadas às viagens espaciais, destacam-se o francês Robert Esnault-Peltiere, o romeno Hermann Oberth, o norte-americano Robert H. Goddard e o alemão Vernher von Braun [1].

A Era Espacial teve início no contexto da corrida es-

<sup>1</sup>E-mail: normareis@mec.gov.br.

pacial entre os Estados Unidos e a ex-União Soviética e foi marcada pelo lançamento do primeiro satélite construído pelo ser humano - o Sputnik I - pela ex-União Soviética, em 4 de outubro de 1957. A partir daí, têm sido enviados ao espaço naves tripuladas, sondas, estações orbitais, satélites, telescópios espaciais, com as mais diversas finalidades.

Os benefícios advindos da exploração espacial podem ser constatados em numerosas áreas: telecomunicações, medicina, navegação, monitoramento ambiental, meteorologia, ciências e tecnologia em geral. Segundo Azevedo [1]: *Da caneta esferográfica aos transplantes de órgãos humanos passando pelos computadores, técnicas modernas de preservação e acondicionamento de alimentos, tudo hoje está em estreita relação com as pesquisas espaciais.* De acordo com Haggerty [3], os benefícios da exploração espacial podem ser constatados no desenvolvimento de equipamentos de resgate, produtos de entretenimento, trajes especiais, materiais para próteses, purificadores de água, robótica, materiais supercondutores, fibra óptica e outras aplicações de grande impacto econômico e social.

País de dimensões continentais e grande diversidade ambiental, o Brasil logo se tornou sensível à relevância da exploração espacial para seu desenvolvimento e autonomia científico-tecnológica, desenvolvendo atividades espaciais institucionalizadas desde a década de 1960, na condição de principal País latino-americano com tradição e autonomia no setor. Assim, foram criados os complexos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (1971), órgão de natureza civil e voltado sobremaneira para a concepção e construção de satélites, e do Centro Técnico Aeroespacial - CTA (1954), criado pelo decreto n. 34.701, de 26 de novembro de 1953, de natureza militar, responsável pelo desenvolvimento de foguetes e do veículo lançador de satélites (VLS), no contexto da Missão Espacial Completa Brasileira - MECB. Posteriormente, foi criada a Agência Espacial Brasileira - AEB (1994), autarquia de natureza civil, encarregada da coordenação das atividades do Programa Espacial Brasileiro. Outro ator responsável pela execução de atividades espaciais<sup>2</sup> brasileiras é o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento do Comando da Aeronáutica - DEPED, subordinado ao Ministério da Aeronáutica.

A MECB foi proposta em 1979, incluindo a projeção e construção de veículo lançador, satélites, centro de lançamentos e a formação de recursos humanos para

as atividades espaciais. No âmbito dessa Missão, foi desenvolvida a série de foguetes SONDA e, em 9 de fevereiro de 1993, foi lançado o primeiro satélite brasileiro<sup>3</sup>, destinado a coletar dados ambientais, o Satélite de Coleta de Dados - SCD-1, que tornou o Brasil o 16º país do mundo capaz de projetar, desenvolver e operar uma plataforma<sup>4</sup> espacial [4].

Em 1988, foi assinado um acordo de cooperação entre o Brasil e a China, para o desenvolvimento conjunto de satélites de sensoriamento remoto orbital, denominados Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres - CBERS<sup>5</sup>-1 e 2, pelo INPE e pela Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST). Esse fato motivou o INPE a contratar empresas nacionais para a construção dos equipamentos que lhe couberam no projeto, correspondente a 30 por cento do valor do empreendimento.

O Brasil possui o Centro de Lançamento de Alcântara - CLA/DEPED (MA), com localização privilegiada em termos de economia de combustível, dada sua proximidade aos equadores geográfico e magnético terrestres, além de oferecer grande número de janelas de lançamento<sup>6</sup> em comparação a outros centros. A par disso, está prevista a implantação do Centro Espacial de Alcântara - CEA/AEB, subordinado diretamente à AEB, destinado a dar suporte a atividades de lançamento de caráter comercial, contribuindo ainda no fomento ao turismo [5].

O País também possui uma vasta gama de plataformas de coleta de dados - PCDs, instaladas em terra ou em bóias oceanográficas, distribuídas ao longo do território brasileiro e em alguns países vizinhos, responsáveis pela transmissão de dados para os satélites, que são, por sua vez, retransmitidos para o Centro Espacial de Cachoeira Paulista (SP), onde as informações são processadas e distribuídas aos usuários.

Como política para a área espacial, o Brasil possui um Programa Nacional de Atividades Espaciais [6] que, para o período de 1998 a 2007, propõe diretrizes nos seguintes campos:

- *Sensoriamento remoto* - uso de imagens da superfície terrena para o levantamento de recursos naturais, condições ambientais e planejamento;
- *Meteorologia* - benefícios oriundos da previsão de tempo e clima;
- *Oceanografia* - conhecimento da dinâmica do Oceano Atlântico Sul, por meio do uso de da-

<sup>2</sup>Esforço sistemático para desenvolver e operar sistemas espaciais, bem como a necessária e correspondente infra-estrutura, visando a permitir ao homem conhecer o Universo, em particular a Terra e sua atmosfera, bem como explorar, com fins utilitários, a disponibilização desses novos dispositivos [6].

<sup>3</sup>O veículo lançador desse satélite (o foguete) foi o Pegasus, norte-americano.

<sup>4</sup>Plataforma espacial é o termo genérico utilizado para designar qualquer dispositivo em órbita.

<sup>5</sup>China-Brazil Earth Resources Satellite.

<sup>6</sup>Períodos favoráveis à realização de um lançamento.

<sup>7</sup>Engenheiros operantes no espaço ou que viabilizam a operação no espaço de equipamentos destinados a permitir ao ser humano o acesso a informações ou serviços - estações espaciais, satélites, plataformas espaciais, foguetes, cargas úteis e veículos de transporte espacial [6].

dos fornecidos por sistemas espaciais<sup>7</sup>, buscando beneficiar atividades como a pesca, o turismo, o gerenciamento costeiro e o controle ambiental;

- *Telecomunicações* - seu produto é basicamente a informação gerada, tratada e recebida em sua forma digital, incluindo redes de mensagem e coleta de dados associados a centrais inteligentes, escritórios à distância, redes de informação, teleconferências, TV e multimídia;
- *Geodésia e navegação por satélites* - técnicas de utilização de sistemas internacionais de posicionamento e alta precisão e auxílio à navegação por satélites.

As tendências do Brasil no setor espacial englobam a priorização da solução de problemas nacionais, a cooperação internacional - como o empreendimento conjunto da Estação Espacial Internacional, na qual o Brasil é o único País em desenvolvimento, e a inclusão do setor produtivo. De acordo com Pontes [7], *A participação brasileira na EEI<sup>8</sup> engloba projetos de natureza educacional levando a ciência e a tecnologia para dentro das salas de aula de todo o país*. Ainda segundo ele, a Estação é um avançado laboratório de microgravidade em que se desenvolvem pesquisas em biotecnologia, combustão, nanotecnologia, fluidos, Física fundamental e ciências dos materiais, dentre outras.

Segundo o ex-Ministro da Ciência e Tecnologia Ronaldo Sardenberg, em discurso proferido por ocasião do 51º Congresso da Federação Internacional de astronáutica (IAF<sup>9</sup>), realizado no Rio de Janeiro em 2000:

*A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais reafirma a orientação brasileira de buscar desenvolver meios próprios, que nos permitam usufruir as aplicações espaciais de maior relevância para o País. O propósito Governamental é a plena capacitação para o desenvolvimento de satélites e de veículos lançadores nacionais, assim como a implantação e aprimoramento de um centro nacional de lançamento de satélites.* [8]

Consoante com essa política, em uma parceria da AEB com a Agência Espacial Russa - Roskosmos, a 30 de março de 2006, ocorreu a viagem do primeiro astronauta brasileiro<sup>10</sup> pela Missão Centenário [9] - nome dado em homenagem ao centenário da conquista dos céus pelo inventor e pai da aviação Santos Dumont, em seu 14 Bis. O Brasil passou assim a compor o seletor

grupo dos cerca de 30 países do mundo que já enviaram astronautas ao espaço - dentre os quais Mongólia, Japão, Romênia, Polônia, México, China, Índia, Israel, Arábia Saudita, Inglaterra, Rússia e Estados Unidos.

Pontes levou a bordo da nave Soyuz oito experimentos científicos que foram desenvolvidos na Estação Espacial Internacional, alguns de caráter educativo, envolvendo a participação de estudantes de escolas públicas brasileiras. A missão, assim, contribuiu para valorizar práticas pedagógicas escolares interativas e interdisciplinares.

## 2. A educação espacial

Ferramenta de natureza singular, a educação espacial é capaz de propiciar ao estudante uma compreensão integrada de fatos e fenômenos científicos e tecnológicos. Ela consiste no despertar da curiosidade e do interesse dos alunos acerca dos processos, produtos e serviços oriundos da exploração do ambiente espacial, oferecendo uma compreensão interdisciplinar da ciência e tecnologia e da forma como elas afetam o cotidiano.

A exploração espacial e seus desdobramentos podem se tornar um dos eixos a partir dos quais são abordados conteúdos em disciplinas como Ciências, Matemática e Tecnologias. Podem ser o ponto de partida e o ponto de chegada para o desenvolvimento do trabalho pedagógico desenvolvido. Assim, a educação espacial pode contribuir para a alfabetização científica dos estudantes do Ensino Fundamental, considerando-se que nos primeiros anos de escolarização o interesse pelas ciências e pela tecnologia é despertado e as primeiras concepções científicas são construídas.

A educação espacial, no Brasil, surge no bojo da demanda pela preparação de quadros profissionais para a execução das atividades espaciais. Assim, em um primeiro momento, passa pela formação de profissionais, seja pela adaptação ao novo objeto de investigação e aplicação, seja pela preparação em nível de mestrado e doutorado, visando a implementar as atividades espaciais e a formar os recursos humanos necessários aos programas espaciais surgidos no mundo, voltando-se, posteriormente, à formação de especialistas [10].

O Brasil foi o País do mundo em desenvolvimento que mais se destacou nesse processo de formação de profissionais para execução de atividades espaciais. O INPE, após a formação dos seus primeiros mestres e doutores no exterior, criou seus próprios cursos de pós-graduação, formando mestres e, posteriormente, doutores. Os cursos de mestrado e especialização ofertados pelo INPE passaram a atrair estudantes de outros países em desenvolvimento, que por não encontrarem cursos similares em seus países, vieram no Brasil a opor-

<sup>8</sup>Sigla para Estação Espacial Internacional.

<sup>9</sup>Em inglês: International Astronautical Federation.

<sup>10</sup>O treinamento do Ten. Cel. Av. Marcos Cesar Pontes ocorreu na NASA, em Houston, Texas, e foi complementado na Cidade das Estrelas, Rússia, para adaptação aos sistemas espaciais específicos ao programa russo.

tunidade de ter uma formação de qualidade e em um contexto sócio-econômico mais afinado com suas realidades [11]. Isso tornou o Brasil uma nação mundialmente reconhecida como proficiente na área espacial.

Entretanto, somente na década de 1990, é que foi percebida a necessidade de trabalhar conhecimentos e práticas de educação espacial com crianças e jovens em espaços formais e não-formais de escolarização, visando a contribuir com a formação científica e tecnológica dos estudantes, assim como com a disseminação dos programas espaciais dos países envolvidos, dos benefícios advindos das atividades espaciais e das carreiras ligadas ao setor espacial.

Nesse sentido, ações em educação espacial passaram a ser efetivadas por numerosas nações do mundo, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento, de modo que países como Estados Unidos e Rússia possuem atualmente vários empreendimentos nessa área, sendo possível detectar, em tais países, desde o princípio, ao lado de atividades esporádicas e informativas em educação espacial, uma preocupação de inserção curricular de caráter teórico-metodológico de temáticas espaciais nas práticas escolares.

Atualmente, dentre os países que possuem iniciativas em educação espacial, além dos acima citados, pode-se mencionar a França, por meio de seu Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES)<sup>11</sup>, os países europeus, por meio da Agência Espacial Européia (ESA)<sup>12</sup>, a África, por meio da Cosmos Education<sup>13</sup>, Israel, por meio de sua Faculdade de Engenharia Aeroespacial<sup>14</sup>, o Canadá, por meio de sua agência espacial<sup>15</sup>, o Japão, por meio de sua Agência Nacional de Desenvolvimento do Espaço - NASDA<sup>16</sup>, dentre outros.

A título de ilustração, podemos citar o Programa Educacional da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço - NASA<sup>17</sup>, que se destacou na oferta de atividades para professores e alunos em espaços formais e não-formais de escolarização, de forma esporádica e continuada e para todos os níveis de ensino, como cursos para professores em assuntos espaciais, oficinas, palestras, visitas a centros espaciais, distribuição de materiais paradidáticos por correspondência postal e eletrônica, dentre outras iniciativas. O objetivo daquele Programa é utilizar o espaço como uma ferramenta para despertar o interesse do estudante por assuntos relacionados à ciência, à tecnologia e à matemática, fomentar futuras carreiras em ciências e engenharia, ao mesmo tempo em que promove a popula-

rização das atividades desenvolvidas pela Agência. Há ainda uma preocupação com a introdução curricular de conhecimentos e abordagens relacionados às atividades espaciais.

*Nos níveis primário e secundário, a NASA usa sua missão para melhorar o conhecimento, habilidades e experiência de professores e para capturar o interesse dos alunos e direcionar tal interesse a carreiras através da demonstração de aplicações integradas de ciências, matemática, tecnologia e matérias correlatas (...) Os programas da NASA buscam despertar o interesse das crianças por ciência e tecnologia, usando o espaço e a aeronáutica como um veículo para capturar o interesse dos alunos por ciências, matemática e tecnologia. (trad.) [12]*

A NASA possui ainda o Programa Educador Astronauta, em que alguns professores das áreas de Ciências Exatas e Biológicas recebem treinamento de astronauta para participar de uma missão a bordo de um ônibus espacial, com vistas a compartilhar, posteriormente, com a comunidade escolar, a experiência vivida, despertando nos jovens o interesse pela ciência e, mais particularmente, pela astronáutica.

Nessa mesma perspectiva, a UNESCO<sup>18</sup> lançou, em 2002, o seu Programa de Educação Espacial, que tem realizado atividades de divulgação para promover o espaço como uma ferramenta em educação e para estimular o interesse de alunos dos níveis inicial e intermediário por assuntos relacionados à temática espacial.

Além dessas, há outras iniciativas internacionais, como a Semana Espacial Mundial<sup>19</sup>, que atinge organismos de educação espacial de mais de 50 países e que consiste no maior evento espacial público do mundo, promovido pelas Nações Unidas desde 1999, e destinado a disseminar os benefícios da exploração espacial. Há ainda o Programa Globe<sup>20</sup> [13], de iniciativa da NASA, que envolve mais de 100 países, cerca de 24 mil professores e 14 mil escolas, e que consiste em um programa *hands-on* de educação científica para os níveis inicial e intermediário, no qual os professores recebem treinamento e suporte contínuo através de manuais didáticos e os alunos realizam medições (atmosférica e hidrológica, por exemplo) cientificamente válidas em muitas áreas e relatam os dados coletados através da Internet a colegas internacionais e a cientistas.

<sup>11</sup>Centre National d'Etudes Spatiales (site: <http://www.cnes.fr>).

<sup>12</sup>European Space Agency (site: <http://www.esa.int>).

<sup>13</sup>Contato: [khand@cosmoseducation.org](mailto:khand@cosmoseducation.org).

<sup>14</sup><http://www.technion.ac.il/ASRI/studentproj>

<sup>15</sup>Canadian Space Agency (site: <http://www.space.gc.ca>).

<sup>16</sup>National Space Development Agency of Japan (site: <http://www.nasda.go.jp>).

<sup>17</sup>National Aeronautics and Space Administration - EUA (site: <http://www.nasa.gov>).

<sup>18</sup>Sigla para Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

<sup>19</sup>World Space Week (<http://www.spaceweek.org>).

<sup>20</sup><http://www.globe.gov>.

No Brasil, há igualmente iniciativas pioneiras em educação espacial, como o Programa AEB Escola, da Agência Espacial Brasileira, que desenvolve uma série de atividades e eventos com vistas a divulgar o Programa Espacial Brasileiro e aproximar crianças e jovens da ciência e da tecnologia. Pode-se mencionar ainda a Escola do Espaço, realizada pelo Instituto Nacional de Atividades Espaciais (INPE), em que anualmente um grupo de alunos participa de pesquisas ligadas à exploração espacial. Ainda do INPE, há o Projeto Educa SeRe, que dissemina práticas de sensoriamento remoto em ambiente educativo. Há também o projeto Ônibus Espacial - Projeto Educacional Brasileiro<sup>21</sup>, criado em Curitiba e apoiado pelo INPE, AEB e CTA, que consiste em um ônibus que percorre cidades divulgando a área espacial.

Entre 2004 e 2005, o Ministério da Educação/MEC, em parceria com a AEB e o INPE, por ocasião da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, promoveu cursos sobre “Sensoriamento remoto - uso de imagens de satélite como recurso didático no Ensino Médio”, em seis capitais do País. Ainda em 2005, o MEC, em parceria com a Agência Espacial Brasileira, distribuiu a todas as escolas de Ensino Fundamental e Médio do País uma cartilha produzida pela AEB, denominada *O Menino Astronauta*, do autor Ziraldo, bem como material referente a um concurso de desenho promovido pela referida Agência, denominado *Brasil e o Espaço*, destinado a alunos de Ensino Fundamental e Médio.

O Núcleo de Atividades Espaciais Educativas (NAEE), por sua vez, criado em 1975 e vinculado ao CTA, desenvolve atividades de caráter educativo-científico, em todos os níveis de ensino, relacionadas com Astronomia e astronáutica, atuando como gerador de recursos humanos para o campo espacial [14] e instituições como a Universidade de São Paulo (USP), o Observatório Nacional (ON) e o INPE oferecem cursos de Astronomia destinados a professores do Ensino Fundamental e Médio.

Entretanto, a educação espacial não consiste simplesmente na inserção de conhecimentos sobre a exploração espacial no currículo de disciplinas como Ciências e Matemática, por exemplo, mas em uma abordagem diferenciada e singular de um conjunto de saberes e práticas que têm como ponto de partida e/ou de chegada as atividades espaciais e seus desdobramentos [15].

A Organização das Nações Unidas (ONU) possui uma Divisão de Espaço Exterior e, por meio de documento elaborado por ocasião da Terceira Conferência das Nações Unidas sobre Exploração e Uso Pacífico do Espaço Exterior (UNISPACE III), realizada em Viena, em 1999, enfatizou a importância de se trabalhar Educação Espacial nas escolas, a qual é considerada como fator de desenvolvimento para as nações.

A educação espacial é apresentada em tal documento como um direito do cidadão e como um meio de aproximar crianças e jovens de carreiras científicas e tecnológicas. O texto também sugere que políticas nacionais em educação e treinamento em C&T<sup>22</sup> espaciais poderiam ser parte de uma política educacional global.

*A infusão de elementos de ciência e tecnologia espacial no currículo de ciências da escola em todos os níveis poderia servir a um duplo propósito para países industrializados e em desenvolvimento. Ela poderia revitalizar o sistema educacional, introduzir o conceito de alta tecnologia de uma forma não esotérica e contribuir para criar capacidades nacionais em ciência e tecnologia de uma forma geral. Ademais, todos os países podem tirar proveito dos benefícios inerentes às novas tecnologias que, em muitos casos, são resultados da ciência e tecnologia espacial. (trad.) [16]*

Na última parte do século XX, as inovações nas biotecnologias, nas ciências da informação e espaciais foram de tal magnitude, que um desafio atual consiste em se elevar o nível médio da cultura científica e tecnológica dos cidadãos, para que, numa sociedade moldada pela ciência e pela tecnologia, possam ser capazes também de avaliá-las criticamente em termos de vantagens e desvantagens [17].

Ainda no que tange a tal avaliação, Bordieu [18] assinala que afirmar que todos os sujeitos são iguais diante da formulação de opiniões sobre os assuntos científicos é um erro político, pois nem todos dispõem dos instrumentos de produção de tal opinião. Isso significa que o capital científico, categoria utilizada pelo autor em sua abordagem dos usos sociais da ciência, encontra-se distribuído na sociedade de forma bastante desigual.

Uma educação científica de qualidade deve ser considerada prioritária pelos sistemas educacionais do País, pois vivemos em um mundo em que o acesso aos bens científicos e tecnológicos se torna condição cada vez mais necessária à participação em espaços privilegiados da produção acadêmica e à inserção no mundo produtivo.

Entretanto, os indicadores de desempenho escolar em ciências têm se revelado extremamente baixos em um grande número de países, desenvolvidos e emergentes, o que demanda um repensar das concepções ligadas ao ensino-aprendizagem de ciências, metodologias e recursos didáticos correspondentes.

Possivelmente, segundo Schenberg [19], uma das causas de tal situação seja a dificuldade de apreensão da realidade, decorrente da fragmentação e compartimentalização do saber, característica da ciência ocidental

<sup>21</sup><http://www.onibusespacial.com.br>.

<sup>22</sup>Abreviatura para Ciência e Tecnologia.

desde o século XVII, o que faz com que um dos grandes desafios contemporâneos do ensino de ciências consista em despertar a curiosidade, a proatividade e a criatividade do aluno, ou seja, a chamada atitude científica.

Nesse sentido, o uso de atividades em educação espacial desponta como mais uma alternativa possível de ser utilizada no ensino de Física, uma vez que, segundo Araújo e Abib [20], as atividades experimentais têm sido apontadas como estratégia facilitadora do ensino dessa disciplina.

No que tange às atividades experimentais de demonstração, os autores afirmam que sua utilização permite ilustrar fenômenos e conceitos físicos, podendo contribuir para a compreensão de aspectos a ele relacionados. Tais atividades demandam um tempo reduzido de realização e podem ser integradas à aula, sendo usadas como fechamento ou como ponto de partida, procurando despertar o interesse do aluno pelo tema a ser abordado e possibilitando uma reestruturação conceitual por parte do estudante.

A educação espacial pode incluir um conjunto de atividades de baixo custo, de modo a facilitar sua utilização pelas escolas públicas do País. Embora ainda seja um desafio, dado o problema cultural e de comunicação da ciência com os demais setores da sociedade e, de forma mais acentuada, a mistificação das atividades espaciais, é possível despertar o interesse dos alunos pela ciência a partir de propostas nesta área. As recentes iniciativas de divulgação da ciência espacial, atreladas à viagem espacial do primeiro astronauta brasileiro, podem contribuir para transformar significativamente esse panorama, uma vez que o setor espacial passa a ser visto como uma real possibilidade de atuação.

A educação em ciências espaciais pode contribuir para a alfabetização científica de crianças e jovens, tornando os saberes da ciência parte de sua cultura, pois, de acordo com Bazin [21], o problema social da ciência consiste justamente em não estar presente na cultura. Assim, a educação espacial pode se tornar um campo de estudos promissor, inserido em práticas de educação científica, sobretudo para os estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, que ainda estão construindo suas concepções acerca do mundo e também definindo as carreiras que poderão seguir.

Desse modo, um ensino-aprendizagem em Física que privilegie a construção conceitual ativa por parte dos alunos não pode prescindir das atividades *hands-on*, que incluem experimentos e oficinas, favorecendo a ação do estudante e o despertar da postura científica da investigação, da busca, da autonomia, da curiosidade, do método.

Embora a realidade de muitos alunos seja permeada por um conjunto de obstáculos extra e intra-escolares, não se pode conceber que os estudantes pertencentes aos segmentos sociais menos favorecidos, que constituem grande parcela do alunado da escola

pública, sejam excluídos do acesso ao saber científico e tecnológico mais elaborado - não apenas na perspectiva do estudo escolar, mas também enquanto possibilidade de aspiração a carreiras em tal área. É primordial mostrar aos alunos o que eles são capazes de realizar e não o contrário.

Deve ser, então, uma das funções da escola, libertar, apontar caminhos, fomentar a esperança e incentivar a ação do aluno cidadão e sujeito autônomo de seu conhecimento e de sua vida. Não se pode excluir do conhecimento científico e tecnológico aqueles que mais precisam dele para o melhoramento de sua qualidade de vida e para a construção de uma sociedade justa e democrática.

### 3. Algumas noções básicas sobre astronáutica

Astronáutica é a ciência e prática da exploração do espaço exterior, ou extra-atmosférico, por artefatos desenvolvidos pelo ser humano, tripulados ou não. A seguir, são apresentados alguns conceitos e noções básicas dessa ciência presentes nas atividades da vida do astronauta no espaço exterior.

#### 3.1. O ambiente do espaço exterior

O espaço exterior consiste no espaço que circunda as camadas mais altas da atmosfera terrestre, onde se encontram todos os outros objetos no Universo. Apesar de se tratar de um vácuo, pode ser concebido como um ambiente, onde a radiação e os corpos celestes transitam livremente. É, no entanto, por diversas razões, um ambiente inóspito para a vida como a conhecemos, pois um ser humano desprovido de traje espacial, exposto ao ambiente extra-atmosférico, morreria rapidamente.

A principal característica do espaço exterior é a quase ausência de moléculas, deixando o espaço virtualmente vazio, com densidade tão baixa que pode ser considerada praticamente desprezível.

Na Terra, a atmosfera exerce pressão em todas as direções. Ao nível do mar, tal pressão é de 101 kilopascal<sup>23</sup>. No espaço, a pressão é praticamente nula. Dessa forma, o ar dos pulmões humanos desprotegidos iria imediatamente se dissipar no vácuo; os gases dissolvidos nos fluidos do corpo iriam se expandir, separando sólidos e líquidos. A pele iria se expandir como um balão que se inflama. Bolhas iriam se formar na corrente sanguínea, de modo que o sangue não seria capaz de transportar oxigênio e nutrientes para as células do corpo. Ao mesmo tempo, uma ausência súbita de pressão externa equilibrando a pressão interna de gases e fluidos do corpo iria romper tecidos frágeis, tais como os tímpanos e os capilares. O efeito final no corpo seria a expansão, a danificação de tecido e uma privação

<sup>23</sup>1 pascal corresponde à pressão resultante da aplicação de uma força de 1 N sobre uma área de 1 m<sup>2</sup>.

de oxigênio para o cérebro que resultaria em perda de consciência em menos de 15 segundos.

A variação de temperatura encontrada no espaço exterior é, talvez, o principal obstáculo para os seres humanos. No espaço, a uma distância equivalente à distância Terra-Sol, o lado dos objetos iluminado pelo Sol pode atingir uma temperatura de até 120 °C, enquanto que o lado de sombra pode atingir até -100 °C. A manutenção de uma variação confortável de temperatura se torna um problema significativo.

Outros fatores ambientais encontrados nesse meio incluem a sensação de ausência de peso, a radiação eletromagnética não filtrada pela atmosfera (como a radiação ultravioleta) e os meteoróides. Estes últimos consistem em blocos muito pequenos de rocha e metal oriundos da formação do Sistema Solar a partir da colisão de cometas e asteróides. Apesar de serem usualmente pequenos em massa, eles têm uma velocidade muito elevada e podem facilmente penetrar na pele humana e no metal espesso. Igualmente perigoso é o lixo espacial oriundo de missões espaciais anteriores. Um pequeno caco de vidro, viajando a milhares de quilômetros por hora, pode ocasionar dano substancial [22].

### 3.2. Trabalhando no espaço

Uma das características do ambiente espacial é a aparente ausência de peso a que ficam submetidos tanto a nave espacial quanto os corpos e astronautas que ela transporta.

Essa aparente ausência de peso pode ser explicada pelo fato de que, como, rigorosamente, nós não temos “sensores” que nos permitam avaliar a força peso, ela é por nós percebida através dos esforços internos a que ficamos submetidos nas nossas diversas atividades cotidianas.

Exemplificando, podemos nos imaginar em pé esperando um ônibus. O campo gravitacional da Terra impõe uma força, denominada peso, a todas as partículas constituintes do nosso corpo. Como estamos em repouso apoiados numa superfície resistente, nós não afundamos em sentido ao centro da Terra, mas nosso corpo é comprimido, o que faz surgir um esforço interno de compressão igual ao nosso peso, e que nos confere uma aceleração resultante nula. Teremos então a percepção dessa compressão, que vale tanto quanto o nosso peso, fazendo-nos parecer senti-lo.

Imaginemo-nos agora no interior de um elevador que está aumentando a sua velocidade durante uma ascensão. Nesse caso, ficamos mais comprimidos do que quando estávamos no ponto de ônibus. Nosso peso não mudou, mas, estando mais comprimidos que antes, parece que ele aumentou. A esta sensação associada a um esforço interno despertado por uma deformação é que chamamos de “peso aparente”.

Dessa forma, estando um indivíduo a se movimen-

tar sob a ação apenas de seu próprio peso (sem nenhum esforço interno), ele sentirá um “peso nulo”. Tal acontece durante uma queda livre ou durante uma trajetória como a descrita pelos projéteis ou em qualquer órbita descrita pelos veículos espaciais.

Na Terra, para levantar ou movimentar um corpo, uma pessoa deve estar com os pés apoiados no chão firme e deve vencer a força de atração gravitacional que atua sobre o corpo para realizar essas tarefas. No espaço, devido à sensação de imponderabilidade, os corpos podem ser movimentados com facilidade, mas o astronauta deve dispor de um apoio que lhe ofereça resistência suficiente para vencer a inércia do corpo a ser movimentado.

Também na superfície da Terra, caixotes apoiados uns sobre os outros apresentam atritos causados por compressões de suas superfícies de contato que devem ser vencidos para que eles possam ser movimentados uns relativamente aos outros. No ambiente de um veículo espacial, estes mesmos caixotes não se comprimem e o atrito não precisa ser vencido para movê-los. Claro que a sua inércia não mudará, mas, devido à quase ausência de atrito, é bastante fácil empurrá-los no ambiente espacial.

Como consequência disso, e considerando que no espaço também continuam sendo válidos os princípios de conservação de energia e de quantidade de movimento, a despeito do peso que um objeto possua na Terra, quando em órbita, um único tripulante pode movê-lo e posicioná-lo com facilidade, desde que trabalhe a partir de uma plataforma estável que apresente inércia suficiente, para poder lhe fornecer o apoio necessário para a execução da tarefa. Por outro lado, a aparente imponderabilidade pode também dificultar as atividades dos astronautas, dependendo da inércia do apoio ao qual ele se vincula.



Figura 1 - Astronautas trabalhando no espaço.

Assim, se apoiado na nave espacial - de grande massa e inércia - ele pode efetuar tarefas que não conseguiria na Terra, por causa dos pesos dos objetos envolvidos. Entretanto, se não estiver apoiado em uma plataforma estável e de massa e inércia razoáveis, tal qual

um ônibus espacial, empurrar um objeto faz com que o objeto e o tripulante flutuem em sentidos contrários [22].

Dessa forma, considerando que nem sempre o astronauta, em suas atividades, está apoiado na nave espacial, tarefas simples, tais como manusear uma ferramenta ou mesmo empurrar um copo, no espaço, podem se tornar extremamente complicadas, uma vez que tanto a ferramenta ou o copo, assim como o astronauta - fato às vezes indesejado - podem se movimentar<sup>24</sup>, dele exigindo exaustivos treinamentos para que, com movimentos complexos e combinados, possa transmitir aos corpos e ferramentas os movimentos desejados.

### 3.3. Ação e reação e atividades astronáuticas

O experimento em educação espacial foi aplicado em uma classe de quinta série de uma escola pública de Ensino Fundamental, com a finalidade de aplicar e explicar o princípio da ação e reação e estabelecer uma conexão com o trabalho e a vida dos astronautas no espaço. Ele foi adaptado a partir de tópico de estudo do original em inglês, *Spinning Chair* (Cadeira Giratória), que se refere ao movimento no espaço, conforme descrito em livro de atividades da NASA: *Suited for Spacewalking*<sup>25</sup> [22]. O experimento desdobrou-se na realização de duas atividades que visaram a abordar o princípio de ação e reação e consolidar os conceitos trabalhados na primeira atividade.



Figura 2 - Alunos realizando o experimento da cadeira giratória.

Os materiais utilizados na primeira atividade foram os seguintes:

- a) 1 cadeira giratória sem encosto;
- b) 2 massas para as mãos, de dois quilogramas cada um.

<sup>24</sup>Se um astronauta se apoiar em um pequeno objeto para lançar à distância uma ferramenta, ele e o pequeno objeto se afastarão do centro de massa do sistema ferramenta-astronauta/pequeno objeto, mas relativamente ao pequeno objeto, ele permanecerá em repouso e poderá até mesmo julgar que não se moveu (é claro que ele sentirá uma pequena aceleração e se o pequeno objeto for trocado pelo ônibus espacial ele não perceberá a aceleração astronauta/ônibus espacial).

<sup>25</sup>Trata-se de um manual didático publicado pela NASA, que aborda conceitos e experimentos ligados às atividades espaciais e que passam conteúdos de ciências, tecnologia e outras áreas, tendo como eixo as atividades realizadas pelos astronautas no espaço exterior.

Inicialmente, os alunos foram acomodados em um círculo que tinha em seu centro a cadeira, tomando-se o cuidado de deixar espaço livre no centro da sala de aula para que eles pudessem se locomover utilizando a cadeira e o movimento do corpo, com e sem auxílio das massas.

O professor explicou que os alunos deveriam tentar mover-se no interior do círculo e em movimento circular, sentados na cadeira giratória, mas sem colocar os pés no chão e nem se apoiar com as mãos na parede. Eles deveriam produzir, com o corpo, movimentos que propiciassem sua locomoção.

Na seqüência, os alunos foram sendo chamados individualmente para realizar a atividade e para auxiliá-los, receberam duas massas de dois quilogramas cada uma. Depois de algumas tentativas, perceberam que um movimento pendular adequado permitia o movimento circular.



Figura 3 - Aluna lançando pesos para obter movimento.

A segunda atividade, que teve por finalidade consolidar os conhecimentos trabalhados na atividade precedente, foi realizada da seguinte forma: cada aluno, individualmente, recebeu um balão, encheu-o de ar e depois de cheio, foi orientado a soltá-lo e observar o movimento realizado pelo balão e pelo ar nele contido. Para melhor ilustrar o princípio, o professor encheu de ar um balão de borracha e explicou que, da mesma forma que o ar no interior do balão exerce uma força contra suas paredes internas, estas também exercem uma força que mantém o ar comprimido em seu interior. Assim, quando o balão é solto, tanto o ar o empurra quanto este empurra o ar.

Posteriormente, foi realizada uma explanação permeada por debate a respeito das atividades rotineiras dos astronautas no espaço, com apresentação de fotos do trabalho de tais profissionais, para melhor ilustração do tema.

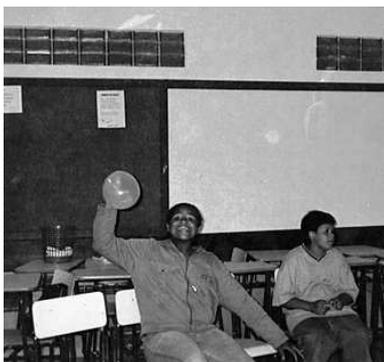


Figura 4 - Aluna realizando a atividade do balão.

Para finalizar e registrar alguns dos resultados alcançados pelo experimento, cada aluno apresentou, por escrito, em resposta a um instrumento de coleta de dados previamente elaborado (ver Anexo), suas impressões a respeito da facilidade de compreensão das tarefas e de seus significados, de sua satisfação em dela participar e de sua viabilidade, entre outros. Também nesse sentido foi realizada uma entrevista com um dos professores que acompanhou o transcorrer da atividade e com uma aluna da classe.

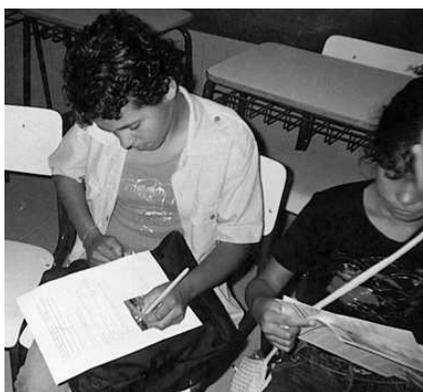


Figura 5 - Alunos preenchendo o instrumento de coleta de dados.

### 3.4. Alguns comentários

Os astronautas deslocam-se no interior da nave espacial ou da estação espacial por meio de complexos movimentos giratórios. Entretanto, quando eles cessam tais movimentos, o deslocamento que alcançam é também interrompido. Apesar do movimento, a posição do centro de massa não se altera. Eles percebem também que para mover-se de um local a outro, é preciso ter algum objeto para empurrar, tanto para dar início quanto para cessar o movimento.

Fora da nave espacial, o movimento se torna ainda mais difícil. Se um astronauta colidisse com algum objeto e não estivesse conectado à nave por meio de um cabo, ele iria simplesmente começar a vagar, e nenhuma quantidade de giro seria capaz de interromper tal afastamento, de modo que ele ficaria vagando no espaço em um movimento ininterrupto.

Na demonstração, a cadeira giratória ilustra a maneira pela qual os astronautas podem alterar sua trajetória. Ilustra, também, que eles não podem se mover em um outro sentido sem empurrar algo, situação que pode ser contornada, na cadeira, com o movimento dos objetos. O uso adequado das massas realmente permite o movimento, constituindo uma boa demonstração do princípio da ação e reação enunciado por Newton [22].

## 4. Resultados

Com base na observação em sala de aula e nas respostas coletadas, de maneira geral, foi possível constatar que os alunos envolvidos sentiram dificuldade durante a locomoção solicitada e experimentada. A par disso, apesar de já terem alguma noção acerca do princípio da ação e reação, eles sentiram estranheza no fato de que ao empurrar uma parede, a parede os estaria também empurrando; que ao pular sobre o chão, exercendo uma força na direção do centro da Terra, esta os estaria também empurrando em direção oposta.

Também se verificou que a maioria dos envolvidos no experimento não estava familiarizada com a temática espacial, uma vez que, segundo depoimento de alguns alunos, tais assuntos não tinham sido trabalhados em nenhuma disciplina escolar. Na quinta série, os alunos estudavam alguns conceitos e teorias da área da astronomia, mas a temática da exploração espacial não era abordada.

Considerando os doze instrumentos preenchidos pelos alunos e as duas entrevistas realizadas, pôde-se inferir que os alunos tiveram satisfação em vivenciar os experimentos e puderam estabelecer uma relação entre eles e a atividade espacial, demonstrando, inclusive, compreensão, em diversos níveis, dos conceitos físicos envolvidos. Do universo pesquisado, metade dos alunos forneceu explicação razoável para o princípio da ação e reação, ou seja, explicações espontâneas de caráter dedutivo, ligadas à percepção sensorial e à visualização, como no caso do experimento do balão, tendo ficado evidente que para esses alunos foi mais difícil compreender o fato de que ao se pular sobre o solo, a Terra exerce uma força de mesma intensidade e direção mas de sentido oposto ao daquela que é sobre ela exercida. Além disso, setenta e cinco por cento dos alunos afirmaram que a atividade foi viável e de fácil realização.

Alguns depoimentos dos alunos:

*foi bom,*

*porque era só dar o impulso,*

*é só você jogar o peso para trás daí acontece o impulso.*

Quanto à sua utilidade, setenta e cinco por cento afirmaram que o experimento auxiliou na compreensão do princípio estudado e, destes, dezesseis por cento forneceram justificativa para a resposta.

Tabela 1 - Respostas dos alunos ao instrumento de coleta de dados.

Itens	Respostas (%)			
	Sim	Não	Sem resposta	Outras
Facilidade	84	8	8	0
Compreensão do princípio de ação e reação	75	8	17	0
Importância	67	0	25	8

Fonte: Tabela elaborada a partir dos instrumentos aplicados em escola pública do Estado do Paraná.

Os alunos foram solicitados ainda a se manifestar sobre o que mais haviam gostado no experimento. Algumas respostas fornecidas:

*empurrar a cadeira,  
balançar os pesos,  
soltar a bexiga e estourá-la.*

Quando questionados sobre a parte da atividade que menos gostaram, se referiram à hora de “empurrar os pesos”.

Segundo o professor entrevistado, o Brasil tem deixado a desejar no trato da questão espacial em sala de aula e os alunos não têm oportunidade de pensar para além de seu universo imediato. Uma dificuldade apontada pelo professor quanto à realização do experimento pelos alunos foi a questão da coordenação motora.

Já o relato da aluna confirmou que sua maior dificuldade no experimento foi se deslocar pelo impulso das massas. Ela afirmou também que nunca havia estudado exploração espacial em alguma disciplina na escola, mas que considerava o assunto importante e interessante.

## 5. Conclusões

Atividades em educação espacial podem se caracterizar como experiências ricas em significados e que contribuem para o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de ciência, tecnologia e disciplinas afins.

O experimento realizado privilegiou a ludicidade e a interatividade, o que motivou o estudo e a participação ativa dos alunos ao longo da atividade, possibilitando que o princípio da ação e reação fosse vivenciado e que houvesse boa receptividade pelos sujeitos envolvidos.

A opção de realizar experimento associado à astronáutica, além de facilitar a assimilação do princípio da ação e reação, permitiu que fosse realizada uma discussão de aspectos ligados à exploração espacial, tais como a existência da carreira de astronauta e de atividades espaciais no Brasil.

Notou-se que a temática espacial, embora ocasione estranheza em princípio, exerce fascínio sobre os alunos que, dentre outros fatos, tomam conhecimento da existência de pessoas que vivem e trabalham fora do planeta, em ecossistemas em escala reduzida, ou seja, em naves espaciais ou estações orbitais.

Tal experimento contribuiu também de forma indireta na desmistificação das profissões ligadas às atividades espaciais, como a de astronauta, cientistas e outros profissionais ligados ao ramo de atividades espaciais, abrindo-se, assim, a possibilidade do conhecimento de atividades relacionadas ao Programa Espacial Brasileiro.

## Anexo

Questões constantes do instrumento respondido pelos alunos:

1. *O que é para você o princípio de ação e reação?*
2. *Você achou fácil a realização da atividade? Por quê?*
3. *A atividade ajudou na compreensão do princípio de ação e reação? Como?*
4. *O que você mais gostou na atividade?*
5. *O que você menos gostou na atividade?*
6. *Você acha importante que esse tipo de trabalho seja realizado na escola em disciplinas como ciências, por exemplo? Por quê?*

## Resumo das entrevistas

Depoimento do Professor

Quanto à:

### 1. Compreensão

*Os alunos compreenderam bem a questão da ação e reação... (...) Na quinta série eles não têm uma noção muito grande de espaço.*

### 2. Inserção Curricular

*Já é um pouco trabalhado em Ciências, quando se estuda Astronomia (...) Com a oitava série são trabalhadas as leis de Newton (...) Nada à parte.*

### 3. Espaço e Cultura

*O Brasil tem deixado a desejar em explorar mais a questão do espaço, o universo nas salas de aula... com os alunos é trabalhado superficialmente, nada aprofundado, por isso eles acabam nem se apegando muito a esse tipo de assunto... eles não têm um contato mais aprofundado com o tema... O Brasil tem pecado muito nessa parte, em não estar trazendo assuntos mais aprofundados, o que pode ocasionar até um certo desinteresse quando eles forem maiores... Não estamos conseguindo formar um cidadão que pense longe, por assim dizer, estamos formando um cidadão que saiba apenas sobreviver com as coisas que ele tem em volta, não querendo saber a origem e nada mais.*

### 4. Dificuldades

*Coordenação motora (...) Foi uma boa experiência.*

Depoimento da aluna

### 1. O que achou

*Legal*

### 2. Dificuldades

*A hora dos pesos (...) Na hora de dar impulso.*

3. Seria bom trabalhar educação espacial em Ciências?

Sim.

4. Sobre o que não gostou

Sem resposta.

5. Já estudou algo sobre exploração espacial na escola?

Não.

6. Seria interessante trabalhar esse tipo de assunto na escola do Brasil?

Sim, é muito importante.

7. O experimento ajudou a entender o princípio da ação e reação?

Sim.

## Agradecimento

Os autores agradecem à leitura crítica e sugestões apresentadas pelo prof. Pedro Sérgio Baldessar, da UTFPR.

## Referências

- [1] R. Azevedo, *Na Era da Astronáutica* (Editora do Brasil, São Paulo, 1969).
- [2] S. Nogueira, *Rumo ao Infinito: Passado e Futuro da Aventura Humana na Conquista do Espaço* (Globo, São Paulo, 2005).
- [3] J.J. Haggerty, *Spinoff 1995* (NASA, Office of Space and Access and Technology, Washington, 1995).
- [4] F. Oliveira, *O Brasil Chega ao Espaço: SCD-1 Satélite de Coleta de Dados* (Proposta Editorial, São Paulo, 1996).
- [5] Agência Espacial Brasileira, *Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE/Agência Espacial Brasileira* (Agência Espacial Brasileira, Brasília, 2005).
- [6] Brasil, Presidência da República, *Programa Nacional de Atividades Espaciais: 1998 - 2007* (Ministério da Ciência e Tecnologia, Agência Espacial Brasileira, Brasília, 1998), 2. ed.
- [7] M.C. Pontes, *O Programa Nacional de Atividades Espaciais e a Participação Brasileira na Estação Espacial Internacional* (Palestra proferida na Câmara dos Deputados, Brasília, 30 nov., 2004).
- [8] Brasil, Ministério da Ciência e Tecnologia, *Ciência, Tecnologia e Inovação: Discursos selecionados, Ministro Ronaldo Mota Sardenberg, 2000* (MCT, Brasília, 2000).
- [9] L. Formenti, *Rumo à Estação Espacial - Missão 13, em Dia de Eclipse* (Folha de S. Paulo, 30 mar. 2006), p. 21.
- [10] T.M. Saussen, *Parcerias Estratégicas* **7**, 151 (1999). T.M. Sausem, in *Parcerias Estratégicas*, 7 (1999).
- [11] E. Costa Filho, *Política Espacial Brasileira* (Revan, Rio de Janeiro, 2002).
- [12] NASA, *NASA's Education Program* (NASA, Education Division, Washington, 1993).
- [13] NASA, *The Globe Program* (National Science Foundation, U.S. Department of State, Colorado, 200-).
- [14] B. Baranoff, in *Anais do I Seminário Brasileiro em Educação Espacial*, NAAE, São José dos Campos, 1997 (NAAE, São José dos Campos, 1997), CD-Rom.
- [15] N.T.O. Reis e G.B. Afonso, in *Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Curitiba, 2003, editado por N.M.D. Garcia (CEFET-PR, Curitiba, 2003), CD Rom, p. 1962.
- [16] United Nations, *III United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space*, Viena, 1999 (United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Viena, 1999).
- [17] A. Sasson, in *Cultura científica: Um Direito de Todos* (UNESCO Brasil, OREALC/MEC/MCT, Brasília, 2003).
- [18] P. Bordieu, *Os Usos Sociais da Ciência: Por Uma Sociologia Clínica do Campo Científico* (UNESP, São Paulo, 2004).
- [19] M. Schenberg, in *Pensando a Física*, editado por A.D. Abreu (Landy, São Paulo, 2001), 5ª ed.
- [20] M.S.T. Araújo e M.L.V.S, *Abib Rev. Bras. Ens. Fís.* **25**, 2 (2003).
- [21] M. Bazin, *Educar em Revista*, **14**, 27 (1998).
- [22] NASA, *Suited for Spacewalking: A Teacher's Guide With Activities*. (NASA, Education Division, Washington, 1992).