

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS:
uma proposta

MAGNO BARBOSA DIAS

Belo Horizonte

2010

Magno Barbosa Dias

**ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS:
uma proposta.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Yassuko Hosoume

Belo Horizonte
2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

D541a	<p>Dias, Magno Barbosa Astronomia na educação de jovens e adultos: uma proposta / Magno Barbosa Dias. Belo Horizonte, 2010. 149f. : il.</p> <p>Orientadora: Yassuko Hosoume Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática</p> <p>1. Jovens – Educação. 2. Educação de Adultos. 3. Astronomia – Estudo e ensino. 4. Ensino médio. I. Hosoume, Yassuko. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.</p>
CDU: 374.3	

Magno Barbosa Dias

**ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS:
uma proposta.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ensino de Física.

Prof^a Dr^a Yassuko Hosoume (Orientadora) - PUC Minas/USP

Prof. Dr. Lev Vertchenko - PUC Minas

Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch - UFES

Belo Horizonte, 19 de Março de 2010.

Dedico este trabalho à minha esposa e à minha filha Alice que toleraram minha ausência enquanto eu mergulhava numa viagem pela astronomia.

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo acolhimento e à minha orientadora
Yassuko pelo profissionalismo.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABRAPEC: -Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
- Ed.: Edição
- EJA: Educação de Jovens e Adultos
- ENCCEJA: Exame Nacional de Certificação de Competências de Jovens e Adultos
- ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio
- Et.: Extraterrestre
- Ex.: Exemplo
- FIESP: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
- FRM: Fundação Roberto Marinho
- GREF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
- MEC: Ministério da Educação e Cultura
- PBEF: Projeto Brasileiro de Ensino de Física
- PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais
- PCN+: Parâmetros Curriculares Nacionais Complementares
- PEF: Projeto de Ensino de Física
- PNLEM: Programa Nacional do Livro Didático para Ensino Médio
- PROUNI: Programa Universidade para Todos
- PSSC: Physical Science Study Committee (Comitê de Estudo da Ciência Física)
- SNEF: Simpósio Nacional de Ensino de Física
- UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

O presente trabalho consiste na elaboração de uma proposta de um curso de Astronomia dirigido aos professores de física da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do Ensino Médio. O curso é composto de 7 atividades distribuídas em temas que tratam da leitura do espaço-tempo em escala, começando por investigação da visão que os alunos têm do céu e passando por aprofundamentos sobre o ano-luz. A proposta apresenta ainda atividades sobre o sistema solar e observação do céu precedidas de conceituação científico-cultural das constelações. Uma atividade sobre as condições de existência de vida em outros mundos é apresentada para desfecho do curso. Para se chegar ao produto em questão, houve necessidade de examinar os pressupostos norteadores da EJA no Brasil e aprofundar o estudo sobre a física proposta nesta modalidade de ensino e nas pesquisas sobre ensino de astronomia. Do contexto da alfabetização de jovens e adultos, resgata-se o significado da alfabetização científica exigida nos dias atuais, relacionando-a ao ensino de física e astronomia. Para isso, analisa-se os principais programas destinados à EJA, observando o que orientam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) na área de física. Esta revisão embasou a elaboração de uma proposta preliminar que foi apresentada aos professores da EJA, na forma de um curso de astronomia sobre o qual se investigou a avaliação dos participantes. Em termos conclusivos, a análise das informações dos professores, no processo de avaliação, possibilitou complementações das atividades, preservando a consistência geral da proposta preliminar. Todo este estudo se justifica pela necessidade de inserir a Astronomia na EJA como instrumento de leitura do mundo moderno no qual se convive com muitas informações de cunho científico e tecnológico.

Palavras-chave: EJA. Ensino Médio. Astronomia. Física. PCN. Educação Científica.

ABSTRACT

The present work is developed on a proposal of a course in astronomy to the physics teachers of Youth and Adults Education (YAE) of high school. The course consists of 7 activities distributed in issues dealing with the reading of space-time scale, starting with a research of the vision students have of the sky and through the deepening into the definition of light-year. The proposal also presents activities about the solar system and observation the sky preceded by a scientific-cultural concept of constellations. An activity on the conditions of life on other worlds is presented for the closure of the course. To get to the product in question, it was necessary to examine the assumptions that guided the YAE in Brazil and deepen the study of physics applied in this mode of teaching and research in astronomy education. From the context of literacy education for youth and adults, rescues the meaning of scientific literacy required nowadays, relating to the teaching of physics and astronomy. For this, we analyze the main programs for the YAE, observing what guides the National Curriculum Parameters (NCP) in physics. This review served as the basis for preparing a preliminary proposal that was presented to teachers of YAE, in the form of an astronomy course on which investigated the evaluation of participants. In terms conclusive, the analysis of information from the teachers, in the evaluation process, enabled the additions to the activities, keeping the overall consistency of the preliminary suggestion. All this study is justified by the need to include astronomy in YAE as an instrument reading of the modern world in which you live with a lot of information of a scientific and technological development.

Key-words: YAE. High School. Astronomy. Physics. NCP. Scientific Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Espaço, do micro ao macro.....	34
Figura 2: Cético, o peregrino na borda da Terra, de Sebastian Münster.....	42
Figura 3: Vista do Sol através do monumento de Stonehenge no solstício de verão de 21 de junho de 2005 na Inglaterra.....	78
Figura 4: Visão em Perspectiva do Sol.....	85
Figura 5: Representação fora de escala da posição astronômica dos objetos.....	85
Figura 6: Representação fora de escala dos tamanhos astronômicos dos objetos.....	86
Figura 7: Tamanho dos astros. Escala:1cm:140 000km.....	87
Figura 8: Distâncias dos astros.....	87
Figura 9: Pontos brilhantes. Qual é a figura que você vê?	98
Figura 10: Representação da constelação de Orion e seus componentes.....	99
Figura 11: Representação de Orion sobreposto à constelação que leva o seu nome.....	100
Figura 12: Representação da Constelação do Homem Velho e as partes que o constituem.....	101
Figura 13: Pontos brilhantes. Qual é a figura que você vê?.....	102
Figura 14: Constelação da Ema contendo as constelações do Cruzeiro do Sul e do Escorpião.....	103
Figura 15: Constelação de escorpião.....	103
Figura 16: Constelação do Cruzeiro do Sul.....	104
Figura 17: Representação das etapas de construção da maquete do Cruzeiro do Sul: em a uma base de isopor com um desenho da constelação; em b a montagem com os canudinhos e bolas de isopor.....	108
Figura 18: Maquete do Cruzeiro do Sul.....	110
Figura 19: Mapa do céu de Teófilo Otoni do dia 20 de março de 2009 às 20:00.....	112
Figura 20: Carta celeste posicionada em direção à constelação do Cruzeiro do Sul.....	113
Figura 21: Localização do Cruzeiro do Sul e Orion no mapa do céu de Teófilo Otoni do dia 20 de março de 2009 às 20:00.....	114
Figura 22: Localização das Constelações do Cruzeiro do Sul e do Escorpião no Mapa do céu de Teófilo Otoni do dia 10 de agosto de 2009 às 19:00.....	115
Figura 23: Representação do sistema solar e alguns dos corpos que o compõem.....	119
Gráfico 1: Distribuição de trabalhos sobre Educação em Astronomia apresentados nas reuniões anuais da SAB por ano de apresentação.....	44
Gráfico 2: Número de artigos de astronomia.....	45
Quadro 1: Exemplo e atividade proposta.....	30
Quadro 2: Linguagem visual.....	31
Quadro 3: Problema proposto para os alunos.....	32
Quadro 4: Problema proposto para os alunos.....	33
Quadro 5: Exercício resolvido.....	34
Quadro 6: Problema proposto para os alunos.....	35
Quadro 7: N° de pesquisas por foco temático.....	43
Quadro 8: Cronograma do curso.....	61
Quadro 9: Elementos do céu.....	83
Quadro 10: elementos do céu.....	83
Quadro 11: elementos de natureza científica.....	83
Quadro 12: Calendário Cósmico.....	93
Quadro 13: Exercício proposto.....	95
Quadro 14: Astros do Cruzeiro do Sul e suas distâncias reais e transformadas.....	109
Quadro 15: Representação das distâncias e períodos dos planetas no Sistema Solar.....	121
Quadro 16: Massa atômica por partícula.....	122
Quadro 17: Texto “Enviando nossos sinais”	124

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO BRASIL	16
3 O ENSINO DE FÍSICA NA EJA	28
4 A ASTRONOMIA NO ENSINO DE FÍSICA	41
6 AVALIANDO A PROPOSTA DE CURSO	64
6.1 Primeiros contatos com os professores	64
6.2 O curso de formação continuada	65
6.3 A Participação dos professores durante o curso.....	69
6.4 As entrevistas	72
6.5 Os relatórios	75
6.6 Considerações gerais sobre a avaliação	76
7 CURSO DE ASTRONOMIA PARA EJA: UMA PROPOSTA	79
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	128
REFERÊNCIAS	132
ANEXO A.....	139
ANEXO B.....	145

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da existência humana o céu era espaço de admiração, sendo registrado ao longo da história por diversas culturas. Esta contemplação inicial evoluiu ao longo de muitos anos, possibilitando o surgimento da astronomia como poderoso instrumento para descobrir o universo e se descobrir dentro dele. Como uma das ciências mais antigas, a astronomia é fundamental para se compreender a origem das diversas áreas do saber e as tecnologias associadas a elas. Além disso, o interesse do público pelos mistérios do universo revela a necessidade de tornar os conhecimentos sobre astronomia cada vez mais acessíveis às pessoas.

No centro do interesse pela astronomia está a necessidade de se compreender o mundo, o que se manifesta sob diversos pontos de vista. Há pessoas cuja imaginação flui no tempo, buscando compreender a origem do universo através de modelos como o Big-Bang. Há outras que se baseiam em filmes de ficção científica para esboçar teorias sobre viagens no espaço intergaláctico, espaçonaves velozes e extraterrestres. Têm alguns que dedicam horas de seu tempo em observação à espera de um grande acontecimento celeste. Muitos também acreditam em mundos paralelos, entidades espirituais e crêem em todo tipo de influência metafísica dos astros sobre nós. Recentemente, muita gente tem se dedicado ao estudo da astronomia para conhecimento de determinadas culturas. Toda esta diversidade de idéias e opiniões sobre o universo faz com que a astronomia seja um tema provocante. Seus assuntos controversos são indutores de debate e prendem a atenção do público, seja ele leigo ou profundo conhecedor da matéria.

Uma evidência de que a astronomia não é assunto de exclusivo interesse de especialistas da área, consiste na grande difusão desse tema através dos diversos meios de comunicação. Tanto jornais, revistas, Internet e TV têm dedicado espaços das suas apresentações para exibir matérias sobre a astronomia. As fantásticas imagens de parte do universo, captadas pelos espelhos do Telescópio Hubble e os fenômenos naturais como eclipses, chamam a atenção do grande público e exigem dele uma forma cada vez mais moderna de ler o mundo.

A compreensão do universo, seja ele estampado nos principais quadros de mídia ou na própria visão do cotidiano, requer redimensionamentos da nossa forma de ver e sentir a sua beleza. A lição que tiramos da grandeza de uma galáxia exibida na capa de uma revista, por exemplo, é tão atraente como os mistérios que a envolve. Somos gigantes diante de um grão

de areia, mas somos como um grão de areia em comparação com a Terra. A Terra é como um grão de areia quando entra em cena o Sistema Solar e este torna-se invisível na imensidão da nossa galáxia que é apenas uma, dentre tantas no universo. Isto nos leva a pensar não só em nosso tamanho físico em comparação com objetos da nossa escala dimensional, mas em coisas que são extraordinariamente menores ou maiores do que nós. A explosão de informações disponíveis sobre o universo na modernidade exige das pessoas um conjunto de habilidades, dentre as quais, as que relacionam o espaço imediato ao espaço distante. Portanto, é preciso reconhecer a importância da astronomia na formação do indivíduo bem como na contribuição que o ensino de física pode dar para a promoção desse conhecimento na escola.

A motivação para acreditar nisso vem da experiência que tenho como professor em cursos de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Há oito anos trabalho com Jovens e Adultos e desde então tenho encontrado sérias dificuldades de ensinar física a este público que, em grande parte, acha esses conhecimentos desnecessários ou, mesmo quando admite sua importância, não consegue justificá-la. Uma experiência de tanto tempo me fez interessar por temas de pesquisa que se relacionassem com o público da EJA.

Ao ingressar no curso de mestrado, minha preferência inicialmente era desenvolver pesquisa sobre assuntos abrangentes que pudessem motivar os alunos para compreender a física. Inicialmente, pensei em trabalhar o tema água e explorar questões de geração de energia pela força hídrica e também a distribuição e consumo da água, considerando o contexto de sua utilidade para a vida. Ao pesquisar sobre o assunto, me convenci de que o conhecimento da física nesta área está associado principalmente à rede hidráulica, o que tem muito a ver com hidrostática e hidrodinâmica. Aos poucos abandonei a idéia de desenvolver esse tema, principalmente, porque eu começava a me convencer da importância da Astronomia para os alunos. A idéia de trabalhar com o tema Astronomia foi algo amadurecido no próprio curso de mestrado. Em conversa com professores e colegas, percebi o caráter abrangente do tema e assim comecei a me interessar mais sobre o assunto. Enquanto professor de física, inicialmente, o meu pensamento se voltava para alguma forma de possibilitar o conhecimento da física na EJA através da astronomia. No decorrer da pesquisa é que percebi o outro lado também nobre de se conceber a física como instrumento para compreensão do mundo. A partir desta visão, percebi o quanto a astronomia poderia ser importante para ajudar os alunos da EJA na compreensão de assuntos específicos da física e também possibilitar mudanças na forma deles enxergarem o universo.

Encarando inicialmente a pesquisa como uma atividade de exaustiva busca, por muitas vezes me faltou uma compreensão global do que estava fazendo. Por outro lado, foi justamente nesta procura que me encontrei, em determinado momento, envolvido em atividade paralela de divulgação da astronomia na minha cidade. A criação do Parque de Ciência de Teófilo Otoni é um exemplo disso. Trata-se de um museu da ciência que, dentre inúmeras exposições científicas simples, apresenta projeto de astronomia, visando a construção de um observatório na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). O Parque da Ciência é um dos projetos mais relevantes dos quais tenho o imenso prazer de participar. Em certo ponto, chego a pensar que não tem sentido falar disso, na pesquisa. Porém, extinguir este assunto deste trabalho é como eliminar a minha atividade como ser social e sobrar em mim apenas a reflexão. Através desse espaço e com maior clareza sobre a pesquisa em ensino de astronomia, promovi cursos de capacitação de professores e também participei da organização da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em 2009.

Com o envolvimento em projetos no Parque da Ciência, uma questão que se impunha era a de mobilizar alunos da EJA em trabalhos de popularização de ensino de astronomia, como organizar visitas dos alunos a um museu de ciência e, a partir daí, avaliar o impacto dessas ações na aprendizagem dos educandos. Mas a realidade da escola em que leciono, não tornava isso tão simples. Conhecido como Centro Estadual de Educação Continuada (CESEC), este tipo de curso, no qual trabalho como professor de física, se enquadra numa espécie de ensino semi-presencial de EJA em que a frequência do aluno não é obrigatória. Esta modalidade se estrutura em módulos correspondentes ao ensino fundamental e médio. No caso em questão, os alunos são atendidos num regime plantonista em que as turmas diariamente se diversificam sendo, portanto, pouco provável uma atividade de continuidade onde se possa fazer uma avaliação com o mesmo grupo de alunos ao longo de certo período. Por isso, busquei alternativas, baseado no fato de que o contato que tinha com professores da área fosse um indicativo de que a pesquisa deveria partir por este caminho.

Em busca do que sugerir para a EJA na área de astronomia, encarei o desafio de obter cada vez mais informações sobre o assunto. Percebi que a astronomia ainda é pouco explorada nas escolas e seu estudo acontece de forma fragmentada e pontual, principalmente, nas áreas de geografia e ciências da natureza, do ensino fundamental e médio. Nas escolas noturnas, que se destinam aos cursos de EJA, a inserção de temas de astronomia torna-se menos provável, principalmente, devido ao currículo reduzido desta modalidade e a influência que sofrem do ensino regular.

Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo principal a elaboração de uma proposta de ensino de Astronomia para EJA/médio, concretizada em material escrito para o professor de Física que atua nesta modalidade de ensino. Para tanto, foi necessário aprofundar no conhecimento específico da EJA, em particular do ensino médio, para posicionar sobre a visão de educação que embasaria a proposta de ensino; elaborar uma proposta preliminar consistente, testar, reelaborar e, finalmente, redigir a versão final.

Como ponto de partida do trabalho, no capítulo 2, é realizada uma retomada da compreensão do novo significado de Educação de Jovens e Adultos com o seu redimensionamento na perspectiva da alfabetização científica, fundamentada na dialogicidade, a partir do resgate dos momentos de transformação da educação no contexto da EJA no Brasil. Para expor o quadro de alfabetização no nosso país, recorre-se também aos dados estatísticos que são interpretados na dimensão histórica de desenvolvimento da EJA. No que se refere ao ensino médio, por falta de orientações mais específicas, a EJA é analisada para mostrar que a física trabalhada nesses cursos ainda conserva enormes distanciamentos entre a prática educativa e o que sugerem os PCN+.

Considerando a física como uma importante disciplina para a promoção da educação científica no ensino médio, o capítulo 3 se destina a discutí-la, tomando como referência os principais programas destinados à EJA: o Telecurso e o ENCCEJA. Nestes projetos, algumas atividades constantes nos livros para os alunos são analisadas, considerando os aspectos metodológicos que se apresentam nos livros para o professor. Procurando entender a consistência destas propostas em relação ao que orientam os PCN+, oportunamente se discute os objetivos de ensino constantes nesses documentos e a concepção de ensino de física que efetivamente assumem.

No capítulo 4 é feita uma delimitação da pesquisa, restringindo-a para o Ensino de Física e Astronomia. Uma revisão sobre as publicações no ensino de astronomia, que ajudou a ampliar a minha compreensão sobre a sua importância para diversas áreas do conhecimento, é apresentada para situar melhor a pesquisa diante das tendências do ensino de física. Alguns estudos serviram para compreender a intensidade com que a comunidade científica tem pesquisado na área de astronomia, especialmente, sobre assuntos relacionados à educação. Outros trabalhos são apresentados para mostrar a forma como a astronomia está presente nos livros didáticos, possibilitando compreender a sua condição de menor importância nestas obras, servindo apenas de instrumento para o conhecimento da física. Na falta de pesquisas sobre Ensino de Astronomia voltadas para a EJA do ensino médio, uma análise sobre o Novo Telecurso e o ENCCEJA é retomada neste capítulo para mostrar a astronomia contida nestes

programas, em termos dos livros que destinam aos alunos. Ainda neste capítulo, analisa-se a Proposta Curricular do Estado de Minas Gerais e, de forma mais específica em termos de ensino de física, o que se constitui como Currículo Básico Comum, obrigatório para todas as escolas da rede pública deste Estado.

A reflexão sobre a EJA, através da retomada das diferentes concepções sobre o assunto, a compreensão das pesquisas sobre o ensino de astronomia e a experiência que tive como professor dessa modalidade possibilitaram a proposição de um curso para os professores. O processo de sua construção está no capítulo 5, acompanhado das razões que levaram à escolha dos temas e dos seus aspectos estruturais e metodológicos. Ainda neste capítulo, uma síntese da proposta preliminar é apresentada através de uma tabela contendo os objetivos e o tempo de execução de cada atividade.

A necessidade de aproximação com a prática docente e de seguir um roteiro de aplicação adequado às condições desses profissionais e aos preceitos científicos da pesquisa, tornou possível a avaliação do curso apresentada no capítulo 6. Nesta parte, é apresentado todo o caminho percorrido para se chegar à avaliação do curso: as dificuldades inicialmente apresentadas pelos professores, a mudança de plano de avaliação, a aplicação do curso e, finalmente, a análise da apreciação dos participantes. Neste capítulo, são destacados, como material de análise, os momentos de diálogos durante a aplicação da proposta, os relatórios confeccionados pelos professores e as entrevistas gravadas no final do curso. Na seqüência, a partir da avaliação do material pelos professores, são feitos a revisão do texto e o conseqüente enriquecimento dos temas inicialmente sugeridos.

Esta reformulação da proposta resultou num curso reconstruído no capítulo 7, onde são apresentadas sete atividades orientadas por objetivos alinhados com os PCN+. Distribuídas em 13 horas, as atividades sugerem para o professor os encaminhamentos de temas que exploram: o espaço celeste concebido pelos alunos; a progressiva organização do universo em escalas de espaço e tempo; o conceito de ano-luz; as constelações dentro de um enfoque etnocientífico; a construção espacial de uma maquete do Cruzeiro do Sul; a observação do céu com uso de cartas celestes; o sistema solar e finalmente, as idéias de existência de vida em outros espaços. Assuntos que foram pedagogicamente organizados para ajudar o professor na perspectiva de propiciar aos alunos da EJA uma melhor leitura do mundo.

Para desfecho deste trabalho, houve necessidade de redirecionar o meu olhar ao longo do caminho percorrido e me posicionar frente ao todo construído. Portanto, na amplitude do curso apresentado, divago em considerações finais, no capítulo 8, contando um pouco dos

meus anseios e refletindo consistentemente sobre o árduo e ao mesmo tempo prazeroso trabalho de pesquisa intitulado como Astronomia na Educação de Jovens e Adultos: uma proposta.

2 A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO BRASIL

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Brasil, segundo Gadotti (2005), é um processo histórico amplo, demarcado pela chegada dos padres Jesuítas ao país até os dias atuais. Neste decorrer, foi um modelo marcado por diferentes concepções da formação do Homem, sendo em muitos momentos justificada pela necessidade de garantir aos analfabetos o conhecimento básico da leitura e da escrita.

Preservadas as inúmeras contribuições que tornaram possível o avanço da EJA no Brasil, merece destaque como fato de maior relevância histórica o que se constituiu no final da década de 50 e início da década de 60. Nesta época, para Gadotti (2005, p. 233), os movimentos educacionais se destacavam entre os da educação popular, predominante no setor do ensino informal e na Educação de Jovens e Adultos e os de defesa da educação pública, mais concentrado na educação formal. Segundo o autor, a discussão de base entre esses movimentos era sobre os fins da educação brasileira: havia aqueles pensadores que acreditavam que, promover a consciência crítica e política da realidade social, era papel da educação e os que defendiam que, ao setor da educação, caberia apenas a função de ensinar os conteúdos escolares de forma mais neutra possível. No primeiro grupo destacou-se o educador Paulo Freire com as idéias inovadoras que se opunham às campanhas de Alfabetização de Adultos que concebiam os analfabetos como pessoas “incapazes” e produziam textos, para este grupo social, similares àqueles destinados ao público infantil, ignorando os conhecimentos dos adultos construídos de suas experiências com o seu mundo vivencial.

O método de Alfabetização de Adultos proposto por Paulo Freire consistia na busca por *palavras geradoras*¹, extraídas dos círculos de debates, formado por trabalhadores e coordenadores de organizações e assentamentos rurais. Ele entendia que a síntese desses diálogos, retomados em nova discussão, poderia expor as contradições vividas pelas pessoas oprimidas, tornando-as conscientes da ação discriminatória e excludente das classes dominantes que mantinham sua condição de analfabetos. Dessa forma, Paulo Freire inaugurava um método baseado na dialogicidade em que as pessoas teriam condições de pensar, discutir e se relacionar com o mundo, pronunciando-o com suas próprias palavras, construindo e reconstruindo a sua história. Nas palavras do autor:

¹ Termo utilizado por Paulo Freire (1981, p.45) pra designar as palavras do cotidiano dos adultos com as quais se deve alfabetizá-los.

O diálogo é este encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para **pronunciá-lo**, não se esgotando, portanto na relação eu-tu. Esta é a razão por que não é possível o diálogo entre os que querem a **pronúncia** do mundo e os que não querem; entre os que negam aos demais o direito de dizer a palavra e os que acham negados deste direito.[...] Se é dizendo a palavra com que, “**pronunciando**”o mundo, os homens o transformam, o diálogo se impõe como caminho pelo qual os homens ganham significação enquanto homens. (FREIRE, 1974, p 93).

No entendimento de Freire (1974), o diálogo deve engajar, ativa e reflexivamente, tanto o educador como o aluno no ato de conhecer. Isto implica que o objeto do conhecimento seja compreendido não só em sua superfície, mas também em sua estrutura mais profunda que deve ser viabilizada pelo diálogo e alcançada pela problematização da realidade que inicialmente se apresenta.

A idéia de dialogar ressignifica o conceito de comunicação, repudiando a sua noção original de transmissão. O ato de transmitir implica em alguma forma daquele que tem passar algo para o que não têm. Aplicada na lógica do conhecimento, esta idéia neutraliza um dos pólos em que deve se dar o diálogo, tornando a comunicação uma ação “magnetizadora” onde aquele que sabe energiza, com o seu conhecimento, o que não sabe. O problema da comunicação com sentido privilegiado, vertical, onde apenas um fala enquanto o outro só escuta, é também identificado por Paulo Freire que o ilustra na forma de uma Educação Bancária, num paralelo à ação do professor depositário do saber e do aluno que só recebe.

Essencialmente, essas idéias têm como fundo as reflexões sobre a condição do ser analfabeto, sobre o qual Pinto (2007), em seu livro esclarece que ninguém sabe tudo e que ninguém ignora tudo. O autor segue dizendo que, mesmo que se saiba muito, o homem culto, por mais culto que seja, sempre ignora uma infinidade de coisas e não faria sentido, então, afirmar que o ignorante é necessariamente o que não sabe ler, pois obviamente, ele também sabe algo que o culto não sabe. Neste texto, o autor explica ainda que é necessário mudar as condições materiais de vida dos analfabetos para que sejam estimulados à busca do saber letrado e afirma: “Aquilo que desconhece é o que até agora não teve necessidade de aprender” (PINTO, 2007, p. 63). O que é coerente com a conclusão de um camponês nordestino citado por Paulo Freire no seu livro Ação Cultural para a Liberdade. Quando indagado sobre o significado da foto de uma pessoa cassando de espingarda com um índio com arco e flecha, ele responde: “Não se pode dizer que o índio é analfabeto porque vive numa cultura que não conhece as letras. Para ser analfabeto é preciso viver no mundo das letras e não conhecê-las” (FREIRE, 1981, p.16).

A EJA freqüentemente esteve ligada à alfabetização de adultos. Porém, desde o final da década de 60, a sociedade sofreu grandes transformações devido ao desenvolvimento

científico-tecnológico experimentado ao longo dos anos, o que levou o analfabeto, concebido como aquele que não sabia ler nem escrever, a ser aquele que não possui habilidades técnicas requeridas para o trabalho ou aquele que, na atualidade, também não sabe fazer uso sustentável das novas tecnologias e do conhecimento para a vida. Portanto, a alfabetização tem significado histórico, caracterizado por idéias sobre a formação humana em cada época.

Entre 1969 e 1973, na era do Regime Militar, o Brasil viveu o chamado Milagre Econômico, quando um crescimento acelerado da indústria gerou muitos postos de trabalho. Mudanças marcantes no sistema educacional do país foram introduzidas através da Lei nº 5.692 de 1971, impulsionada pelo desenvolvimento econômico do período. Para Gadotti (2009), as principais reformas educacionais do regime militar são: a do ensino superior (1968) e a do ensino básico (1971), que passaria a chamar-se de 1º e de 2º graus, consagrando a tendência tecnicista e burocrática na educação, principalmente, da educação pública.

Havia necessidade de gerar mão de obra qualificada que atendesse às demandas urgentes de técnicos das mais variadas áreas. Nesta fase, por exemplo, o indivíduo analfabeto era o que não tinha habilidades requeridas pelo mercado de trabalho onde o foco da política de governo não era o de que as pessoas tomassem consciência de sua condição de vida, mas sim de servir a uma ocasião de mercado, beneficiário da concentração de riqueza.

Em consequência da Lei nº 5.692/71, o ensino de segundo grau, hoje ensino médio, tornou-se totalmente profissionalizante, e os cursos e exames supletivos foram criados e orientados por objetivo de suprir carência em relação à escolaridade perdida. O Supletivo era visto como uma alternativa para corrigir a defasagem idade-série através de exames aplicados periodicamente pelas secretarias de Estado e cursos de pequena duração, presencial, não presencial e telecursos. Considerou-se também que, para se matricular no ensino supletivo, deveriam ser respeitados certos limites de idade, os quais se configurariam mais tarde como critério de distinção entre o público da Educação Regular e o público da EJA.

A principal crítica ao supletivo consistia no seu caráter supressor de escolaridade perdida:

Ao focalizar a escolaridade não realizada ou interrompida no passado, o paradigma compensatório acabou por enclausurar a escola para jovens e adultos nas rígidas referências curriculares, metodológicas, de tempo e espaço da escola de crianças e adolescentes, interpondo obstáculos à flexibilização da organização escolar necessária ao atendimento das especificidades desse grupo sociocultural. (DI PIERRO, 2005, p. 4).

Se de um lado os alunos contavam com cursos supletivos, aos quais podiam freqüentar e assistir aulas, por outro lado essa não era uma condição exigida para a prestação de exames supletivos onde se esperava que o aluno estudasse sozinho para depois fazer as provas. Nesta lacuna deixada pelos exames supletivos surge o que hoje é considerado um dos programas de educação à distância mais conhecidos no Brasil: o Telecurso.

A primeira versão do telecurso para o segundo grau se deu em 1978 como um empreendimento privado em parceria com o setor público. Compunha-se de três fases: na primeira, eram oferecidas aulas de Língua Portuguesa, Literatura Brasileira, História e Geografia. Na segunda fase, eram ministradas aulas de Matemática, Inglês e OSPB/Educação Moral e Cívica(EMC). Na fase final, entrariam as aulas de Física, Química e Biologia. As aulas exibidas na tevê seriam reforçadas pelas publicadas nos 71 fascículos vendidos nas bancas. (MICHELOTO, 2006, p.2).

De lá para cá aconteceram algumas reformulações do programa que, em 1994, passou a ser chamar Telecurso 2000. O Novo Telecurso, lançado em 2006, é a versão mais recente que dispõem de livros para o aluno, cadernos de atividades, livro do professor, teleaulas e um portal eletrônico cujo histórico se destaca, segundo os seus realizadores, que o país tinha aproximadamente 150 milhões de habitantes, dos quais 66 milhões eram maiores de 15 anos com escolaridade inferior à 5ª série do Ensino Fundamental. Diz ainda que 80% dos domicílios possuíam aparelhos de televisão e que sua programação está presente em 89% dos lares brasileiros e 7 milhões de pessoas assistem a ele semanalmente. A Fundação Roberto Marinho (2006) afirma também que o Telecurso já implementou 27 mil Telessalas com mais de 1500 instituições parceiras e ofereceu formação continuada à 30 mil professores, reproduzindo cerca de 24 milhões de livros e um milhão e 800 mil tele-aulas para o desenvolvimento do ensino fundamental e do ensino médio.

A certificação dos aprovados em exame supletivo é de competência das secretarias estaduais e nunca esteve condicionada à participação dos alunos em Telecurso. Por outro lado, os alunos que estudam em Telessalas, organizadas dentro do sistema público ou privado, são avaliados ao longo do processo e têm seu certificado emitido pela instituição de ensino autorizada. Logo, o Telecurso, por mais abrangente que seja, não tem um mecanismo próprio de certificação, embora se constitua de uma grande estrutura didática que envolve livro para alunos, professores e vídeos para o ensino fundamental, médio e técnico.

Com relação aos propósitos educacionais o livro do Telecurso 2º grau (2000), destaca o objetivo de “dar atendimento, **prioritariamente**, a **jovens e adultos** que desejam fazer o curso ou complementar a sua escolaridade até o nível de 2º grau, bem como adquirir competências básicas para o exercício de uma profissão.” No novo Telecurso (2006) a

metodologia “é direcionada para o desenvolvimento de competências voltadas para o mundo do trabalho e para a formação da cidadania, possibilitando a construção de um saber sistematizado e sintonizado com o dia-a-dia desses cidadãos.”

Na prática, o Telecurso, como investimento empresarial, também é compreendido como instrumento de formação técnica para atender, principalmente, à necessidade de elevação da escolaridade do trabalhador com finalidade de aumento da produtividade das empresas. Para Carvalho (2008), as propostas formuladas pelo Telecurso, em que se deseja aumentar a escolaridade do educando, é meio e não fim, pois decorre de necessidade do capital de aumentar sua acumulação e reprodução.

Portanto o telecurso pode ser entendido, em termos de suas pretensões de oferta, como uma combinação de educação básica e profissionalizante. Apesar de haver livros específicos para cada uma dessas áreas, os conteúdos voltados para a educação básica encontram-se atrelados às diretrizes gerais que associam-se às intenções de requisito técnico como as que se manifestam no interesse em oferecer à Jovens e Adultos um currículo relevante para o mundo do trabalho.

Se por um lado o Telecurso representa uma expansão da EJA no Brasil, por outro, a proliferação descontrolada de outros cursos voltados para este público, trouxe inconveniências de interesses comerciais para o ensino nesta área. O supletivo se expandiu, mas permaneceu enclausurado nos moldes do currículo de um ensino regular reduzido. Conseqüentemente, o conceito que se formou sobre a modalidade de EJA foi o de ensino compactado, o que disseminou no imaginário popular como ensino facilitado, servindo como espaço para nutrir atividades ilegais de comercialização de diplomas.

Com a intenção de tornar-se uma referência para a modalidade EJA no Brasil, surge, em 2002, o ENCCEJA - Exame Nacional de Certificação de Competência para Jovens e Adultos. O ENCCEJA é um programa de co-responsabilidade da União com Estados ou Municípios, sendo que os alunos brasileiros, em qualquer parte do mundo, são orientados por professores ou, de forma autônoma, organizam seus estudos através dos livros didáticos disponíveis gratuitamente pela internet. A formulação do material de estudo leva em conta, sobretudo, aspectos gerais da competência de jovens e adultos a quem se destina, buscando manter a coerência entre seus objetivos e o nível de articulação do conhecimento que se exige na realização do exame.

Ao analisar a Matriz Curricular do ENCCEJA (BRASIL, 2008) e o livro do aluno, percebe-se que, cada competência a ser desenvolvida, quase sempre se articula com os cinco eixos cognitivos que são objetivos mais gerais da formação do sujeito. Com isso, as atividades

do livro visam desenvolver Habilidades que mais tarde serão avaliadas em cada item da prova. Nesse processo, espera-se que eles adquiram capacidade, compreensão, domínio e desenvolvam habilidades que serão, posteriormente, aferidas pelo exame. Portanto, o programa leva em conta tanto as competências de cada área do conhecimento quanto as possibilidades de desenvolvimento cognitivo daqueles a quem se destina. Um dos principais objetivos do ENCCEJA é:

Construir um referencial nacional de auto-avaliação para jovens e adultos por meio de avaliação de competências e habilidades, adquiridas no processo escolar ou nos processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais (BRASIL, 2002, p.1).

Em termos de objetivos parece haver semelhanças entre o ENCCEJA e o Telecurso, uma vez que ambos tratam do desenvolvimento de competência em sintonia com o cotidiano dos alunos. Contudo, uma análise mais cuidadosa de seus livros revela enormes diferenças metodológicas que serão abordadas nos próximos capítulos.

Também há semelhanças entre os objetivos do ENCCEJA e os do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Em 2009, o ENEM que era usado nos processos seletivos de Instituições de Ensino Superior e também como critério de distribuição de bolsas no PROUNI, passou a agregar função de certificar alunos do ensino médio. Desta forma, o ENEM vem substituindo o ENCCEJA do ensino médio. Porém, ainda é prematuro avaliar os resultados em termos de certificação de jovens e adultos que optam por esta via de conclusão do ensino médio.

A expansão da EJA ao longo da história, seja através de políticas de governo, pressão de movimentos sociais ou de grandes programas educacionais, fez com que ela se traduzisse em uma modalidade de ensino peculiar através da Lei de Diretrizes e Bases - Lei nº 9.394/96 (1996) que, no seu artigo 37, define que a educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria.

Haddad (2007) pondera que, apesar de reconhecer o direito à EJA, a LDB deixou de discutir questões importantes como a necessidade de estabelecer condições para que o aluno possa voltar à escola e de resgatar uma identidade que supere o conceito de ensino supletivo. Nesse artigo, o autor explica as duas saídas que os municípios encontram para o financiamento da EJA: considerá-la uma modalidade do ensino regular para garantir o acesso

aos recursos do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Fundamental (FUNDEF) ou fazer parcerias com o setor da sociedade civil.

Esta falta de condição para melhor funcionamento da EJA também se verifica no nível do ensino médio quando analisa-se a carência de material didático específico para estes cursos. O que prevalece nesta modalidade de ensino é o uso do livro didático, principalmente do ensino médio regular, como principal instrumento de trabalho e orientação pedagógica. Portanto, mesmo havendo programas como o Telecurso e ENCCEJA, vê-se que a EJA do ensino médio se orienta pelos cursos regulares e constitui-se como uma espécie de ensino regular compactado - muda-se o tempo de conclusão, mas muito pouco se altera a concepção de ensino.

Dentro de um quadro amplo de propostas educacionais e com vistas à aplicação da LDB, os PCN constituem-se como importantes aportes teóricos norteadores da organização dos currículos em áreas de Linguagens e Códigos, de Ciências Humanas e de Ciências da Natureza e Matemática.

Os parâmetros, que não têm força legal, orientam o ensino das disciplinas e de sua articulação dentro de cada área, dando alguns contornos do que poderá vir a ser aprendido em nossas escolas do ensino médio, mas que ainda está longe de se concretizar. (MENEZES, 2000, p.6).

Evidenciando mais uma vez a falta de condição para o funcionamento adequado da EJA, ainda não existe um documento destinado ao ensino médio, próprio da Educação de Jovens e Adultos e os PCN para o 2º Ciclo do EJA, referente ao ensino de 5ª à 8ª, é praticamente o mesmo que se destina aos alunos do ensino regular,

No que se refere ao 2º segmento (5ª a 8ª séries/3º e 4º ciclos), o material que tem sido oferecido às equipes pedagógicas das Secretarias de Educação, às escolas e aos professores são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 5ª a 8ª série, considerando-se que a Educação de Jovens e Adultos é uma modalidade do Ensino Fundamental. (BRASIL, 2008, p.2).

Visando nortear os currículos da EJA no Brasil, o Conselho Nacional de Educação (CNE), através da Câmara de Educação Básica (CEB) dispõem sobre as Diretrizes Nacionais Curriculares a serem observadas nas escolas que ofertam esta modalidade de educação. Nesse sentido, reconhece a EJA com identidade própria que deve ser pautada:

I - quanto à equidade, a distribuição específica dos componentes curriculares a fim de propiciar um patamar igualitário de formação e restabelecer a igualdade de direitos e de oportunidades face ao direito à educação;

II- quanto à diferença, a identificação e o reconhecimento da alteridade própria e inseparável dos jovens e dos adultos em seu processo formativo, da valorização do mérito de cada qual e do desenvolvimento de seus conhecimentos e valores;
III - quanto à proporcionalidade, a disposição e alocação adequadas dos componentes curriculares face às necessidades próprias da Educação de Jovens e Adultos com espaços e tempos nos quais as práticas pedagógicas assegurem aos seus estudantes identidade formativa comum aos demais participantes da escolarização básica. (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2000).

Este entendimento exige que se dê significado aos currículos para EJA, apoiados na sua função reparadora em relação ao direito à educação de qualidade negado à esse grupo social, ao respeito às diferenças e adequação às suas necessidades próprias, objetivando a igualdade de oportunidades que possibilite oferecer aos indivíduos novas inserções no mundo do trabalho, na vida social e nos demais meios de participação.

No tocante ao trabalho docente na EJA, esta resolução orienta para a formação de professores a se apoiar em:

I - ambiente institucional com organização adequada à proposta pedagógica;
II - investigação dos problemas desta modalidade de educação, buscando oferecer soluções teoricamente fundamentadas e socialmente contextualizadas;
III - desenvolvimento de práticas educativas que correlacionem teoria e prática;
IV - utilização de métodos e técnicas que contemplem códigos e linguagens apropriados às situações específicas de aprendizagem. (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2000).

Na falta de parâmetros específicos para a EJA, as diretrizes curriculares desta área e os PCN do ensino médio, constituem-se como um ponto de partida para os docentes das escolas que oferecem educação nessa modalidade. São estas orientações que apontam os rumos da política educacional de cada época, promovendo, através de sua efetivação nas diversas instâncias da sociedade, as mudanças no quadro da alfabetização de jovens e adultos.

Os resultados sobre as conquistas sociais ao longo desses últimos 60 anos podem ser percebidos a partir das estatísticas que apontam também o perfil do jovem e adulto estudante no Brasil. Não se espera com isso, que se faça dos dados, verdades incondicionais ou que se rejeitem o seu valor positivo e útil. Segundo Pinto (2007), o que as estatísticas revelam, são essencialmente fatos sociais, que, como tais, só podem ser entendidos em profundidade quando são relacionados com seu significado humano.

Atualmente, o perfil da EJA no Brasil é o de uma realidade de pessoas, em sua maioria, trabalhadoras do comércio, autônomos e do Lar. Segundo IBGE (2009), levantamentos recentes apontam que, de 2,921 milhões de pessoas que freqüentavam um curso de EJA em 2007, uma parcela de 1,317 milhões eram homens e 1,604 eram mulheres.

No universo de homens e mulheres uma quantidade de 2,197 milhões eram economicamente ativos, representando 1,918 milhões com alguma ocupação e 279 milhões desocupados.

No que se refere aos adultos, a partir de 20 anos de idade, Riverin-Simard citado por Moura (1999), afirma que os momentos de questionamento não são momentos de exceção na vida adulta; pelo contrário, situam-se o tempo todo no centro cotidiano da vida no trabalho. Segundo, Moura (1999), a autora interessou-se pelo estudo das fases da vida profissional e entende que um dos períodos que demarca a vida profissional adulta é aquele de entrada e exploração no mundo do trabalho, de 20-35 anos, onde o indivíduo se dá conta da grande distância existente entre as aprendizagens escolares e as que são requeridas para a prática profissional.

A mobilização social em prol da alfabetização de trabalhadores da década de 60 era uma necessidade diante dos altos índices de analfabetismo da população brasileira na época. Atualmente, dados do IBGE mostram uma evolução relativa no quadro educacional de alfabetização no país.

Comparando-se os Censos de 1940 e 2000, a taxa de analfabetismo de pessoas de 10 anos ou mais de idade, foi reduzida em cinco vezes, passando de 56,8% para 12,1%. Curiosamente, em números absolutos, o país tinha, em 1940, a mesma quantidade de analfabetos que no ano 2000 - 16,4 milhões. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007, p.1).

Nestas circunstâncias, o analfabeto aqui considerado é o que não sabe ler nem escrever. Isto ilustra que, apesar do avanço na regulamentação da EJA no Brasil, ela ainda não está consolidada como uma realidade efetiva, visto que se limita a impedir o aumento do analfabetismo com o aumento da população brasileira.

O IBGE (2009) apresenta também aspectos complementares da pesquisa sobre educação de jovens e adultos, objetivando captar o alcance desta forma de educação, caracterizando aspectos relevantes relacionados aos cursos oferecidos nas suas diferentes modalidades. Os resultados revelam que do total de 2,921 milhões de pessoas de 15 anos ou mais de idade que freqüentavam um curso de EJA, na ocasião da pesquisa, a maioria estava cursando o segundo segmento do ensino fundamental (5^a a 8^a séries), o que correspondia 40,0% (1,17 milhão); o ensino médio recebia 36,1% (1 milhão) dos estudantes e o primeiro segmento do ensino fundamental (1^a a 4^a séries) 23,9% (699 mil).

No Estado de Minas Gerais, 241 mil alunos de 15 anos ou mais freqüentavam a EJA no momento da pesquisa e 646 mil freqüentaram anteriormente a esse levantamento. O que leva à conclusão de que, entre os que freqüentavam e os que freqüentaram a EJA, o abandono

dos alunos nessa modalidade chega à, aproximadamente, 46% no Estado, o mesmo índice Nacional, segundo a mesma pesquisa.

Ainda que a pesquisa domiciliar não corresponda fielmente à do censo realizado diretamente nas escolas, as tendências dos resultados em ambas metodologias tem sido coerentes ao longo dos últimos anos. Evidente que esse resultado de abandono deve ser objeto de análise e pesquisas mais profundas sobre as razões pelas quais uma modalidade que surgiu como forma de reincluir Jovens e Adultos no processo educacional se apresenta com índices tão elevados de desistências.

Uma possível explicação consiste na constatação de que, em muitas escolas que funcionam a EJA, o que se vê é um recorte dos conteúdos do Ensino Regular aplicados ao seu currículo. Assim, os problemas que se percebe nas escolas de ensino regular, tornam se semelhantes àqueles percebidos na EJA, pois se tornou desastrosa a idéia de ensinar, na EJA, conteúdos da escola regular assim como o era a pretensão de alfabetizar adultos com cartilhas infantis nos anos 60.

Portanto, o reconhecimento da EJA como uma modalidade diferenciada, não deve ser encarado como uma simples conceituação legal. Ela depende muito mais da compreensão e da ação pedagógica capaz de reconhecer e atingir os problemas que justificam a sua existência. Se em certos momentos da história da educação brasileira precisou-se compreender o significado da alfabetização de adultos, mais recentemente, os esforços devem concorrer para a sua ressignificação, onde o homem a ser instruído necessita mais do que o domínio da leitura e da escrita em seu sentido elementar e pragmático.

Comparando com a década de 60, os jovens e adultos atualmente estão inseridos no mundo do trabalho mais automatizado, lidam o tempo todo com novas tecnologias através das relações de consumo e ainda têm maior acesso às informações, através dos meios de comunicação. Assim, o que se espera é que essas pessoas tenham consciência do uso da tecnologia e domínio do conhecimento científico associado à elas como forma de um bem viver. Por isso, as idéias freireanas se fazem atuais por força da necessidade do tipo de alfabetização que se impõe: A alfabetização científica e tecnologia. Nessa concepção, parafraseando o camponês nordestino em Freire (1981), “para ser um analfabeto é preciso viver no mundo da ciência e da tecnologia e não conhecê-las”.

Este entendimento é coerente com o que define a Constituição quando estabelece que é “competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: - proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação e à ciência” (BRASIL, 2009, artigo 23, inciso V).

Portanto, havia necessidade da EJA de continuar se expandindo para além da formação básica do 1º ciclo de alfabetização e se configurar em níveis de formação maiores, sendo uma realidade também do ensino fundamental (2º ciclo) e do ensino médio.

Atualmente, a EJA do ensino médio se apresenta como caminho para pessoas acima de 18 anos que, por motivos diversos, tiveram sua vida escolar interrompida, seja pela necessidade do próprio trabalho, pelo desinteresse ou pelas reprovações “endêmicas” do sistema educacional assim chamado de “Ensino Regular”. Atualmente, são esses Jovens e Adultos que chegam com muita dificuldade ao Ensino Médio, mas vem com a bagagem daquele ao qual se admite que “a leitura do mundo precede a leitura da palavra” (FREIRE, 1989, p.9). Eles retornam à escola, livremente ou por exigência do mercado de trabalho, com o sentimento de tempo perdido e esperançoso por vencerem na vida através dos estudos. Uma das portas de ascensão para a faculdade que estes alunos encontram após o término do ensino médio é o PROUNI que, através da nota do ENEM, o credencia à faculdade gratuita.

A EJA do Ensino Médio apresenta-se com alunos divididos entre aqueles que retornaram os seus estudos diretamente nesse nível e os que vieram de séries anteriores, incluindo nessa última situação, pessoas oriundas das classes de alfabetização. Foi apontado pelo IBGE (2005) que, do total da população na faixa etária entre 15 e 19 anos [18 milhões], apenas 45% encontravam-se matriculados no ensino médio. Uma evidência de que a EJA seja o caminho mais provável para os demais 55% da população com escolaridade defasada.

Nesse nível de ensino, a idéia de alfabetização de jovens e adultos, além da formação para a cidadania e o trabalho, também se orienta com a perspectiva de formação científica e tecnológica desses sujeitos. O avanço da ciência e da tecnologia nos últimos anos tem ocasionado um crescente interesse das pessoas por esses assuntos, tornando-se um desafio para o ensino médio que também tem a função social de dar sentido mais humano aos conhecimentos escolares.

A crescente importância da ciência para a sociedade tem estreitas relações com as condições materiais de vida da população que passou a ter acesso às tecnologias cada vez mais sofisticadas. No campo da divulgação científica, os meios de comunicação como jornais, rádio, televisão e Internet, possibilitaram aberturas interessantes sobre novas descobertas, a história da ciência entre outros temas dessa natureza.

A LDB (BRASIL, 1996), no seu artigo 35º, define que o ensino médio, como etapa conclusiva do ensino básico, tem a finalidade de consolidar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitar a preparação básica para o trabalho e a cidadania além de

desenvolver a autonomia intelectual dos alunos. A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos atuais configura-se também como um dos principais objetivos deste nível de ensino previstos nesta lei onde se detalha que:

Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre: I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna (BRASIL, 1996).

Contudo, uma das dificuldades que se vê no alcance de objetivos tão gerais como este é a de traduzi-lo em situações do *quefazer*². Como transformar estas intenções em termos de competências e habilidades a serem desenvolvidas em sala de aula? Dentro desta orientação legal, o problema consiste em como possibilitar o domínio dos princípios científicos e tecnológicos para subsidiar a leitura do mundo moderno.

Portanto, é importante saber como o conhecimento da física se estabelece na EJA do ensino médio, sendo essa uma ciência de caráter universal, muitas vezes concebida com rigor matemático, com modelos teóricos e experimentais que alcançam profundos níveis de dificuldade. Enfim, saber o que de física é importante para a formação desses alunos diante do contexto aqui discutido.

² Termo utilizado por Freire (1981, p.17) para expressar situação do fazer do homem que é teoria e prática, ação e reflexão.

3 O ENSINO DE FÍSICA NA EJA

A implementação da Educação de Jovens e Adultos como uma modalidade própria da educação básica trouxe a necessidade de se compreendê-la em suas raízes para a elaboração de propostas e currículos mais adequados à esse público. Por outro lado, propostas para o ensino médio como os PCN e PCN+ se configuram como principais textos que orientam o ensino de física e trazem sugestões que articulam competências e conteúdos da física com outras áreas, indicando novas práticas pedagógicas nesse nível de ensino.

De acordo com o texto dos PCN+ na área da Ciência da Natureza e suas Tecnologias, a presença do conhecimento da Física na escola média ganhou um novo sentido:

Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem (BRASIL, 2002, p56).

Os currículos de física, nesta compreensão, passaram a assumir novo significado para além da formação para o trabalho ou preparação para o vestibular. Leva-se em conta as dimensões da formação dos indivíduos para atuação na vida como cidadãos. Porém, mais uma vez a dificuldade que se vê nas escolas de ensino médio é a de compreender esses objetivos em termos de sua aplicação no espaço pedagógico da sala de aula, levando em conta a *natureza específica*³ do conhecimento científico. Os professores ainda ficam no meio do caminho sem saber se ensinam a física ou se ensinam os alunos a serem cidadãos, como se essas coisas fossem excludentes entre si.

Buscando apresentar possíveis relações da física com a formação cidadã, as propostas de ensino constantes nos PCN+ constituem-se de competências do conhecimento físico que se articulam com as competências de outras áreas do conhecimento. Elas reconhecem que este aluno se comunica com o seu mundo, lê as palavras do seu mundo e que também observa, planeja e faz cálculos diante das necessidades de sobrevivência no seu mundo. Assim, os PCN+ propõem um trabalho integrado em que os vínculos sejam competências relacionadas, principalmente, à **investigação e compreensão** dos fenômenos físicos, utilização da

³ A área de ciências (incluindo disciplinas como biologia, física, matemática e química), de modo geral, sempre se caracterizou pelas abordagens internalistas, que aprisionam o ensino dentro de um campo epistemológico próprio, falado e restrito aos aspectos conceituais de cada disciplina (TEIXEIRA, 2003, p.8).

linguagem física e de sua comunicação e, finalmente, que tenham a ver com sua **contextualização histórico e social**.

No que se refere à Representação e Comunicação, por exemplo, os PCN+ sugerem competências baseadas na consulta, análise e interpretação de textos e comunicações científico-tecnológicas que acontecem através de vários meios. Essas competências são ainda detalhadas em habilidades e requeridas em possíveis situações de aprendizagem, tais como:

Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta. Por exemplo, no noticiário sobre telefonia celular, identificar que essa questão envolve conhecimentos sobre radiações, suas faixas de frequência, processos de transmissão, além de incertezas quanto a seus possíveis efeitos sobre o ambiente e a saúde. (BRASIL, 2002, p.61).

Desta forma, o PCN+ ilustra melhor a forma de trabalho do professor de física em termos de objetivos, delineando mais concretamente o que o PCN orientam em nível mais amplo.

Por outro lado, o caráter elucidativo do PCN+ não é suficiente quando a leitura que se faz dele, quando se faz, é fragmentada. Em geral, os professores de física são menos propensos ao exame mais criterioso dos condicionantes pedagógicos que influenciam a sua prática docente. Assim, as propostas pedagógicas quando não apropriadas em sua essência pelos professores, acabam por servirem de peça retórica para esconder o tradicional ensino de física que ainda prevalece nas escolas de ensino médio e conseqüentemente da EJA.

A prática de leitura mais comum dos professores desta área é a do livro da sua disciplina. Embora assumam materialidade diversa, através de cópias, textos reproduzidos no quadro, entre outros, o livro didático do ensino regular divide com livros da EJA a preferência dos professores por materiais no ensino médio. Em função do tempo destinado à EJA, os professores optam por aplicar nesta modalidade um conteúdo menor e linear dos livros que são destinados ao ensino médio regular. Nessa visão, há os que seguem até as páginas intermediárias dos livros, acreditando dar pouca matéria, mas com “substância” e outros que “pincelam” os conteúdos de cada tópico, na idéia de proporcionarem um “pouco de tudo”. Por isso, toda crítica ao ensino regular, nesse sentido, se estabelece em proporções agravantes à EJA nos moldes atuais que, ao negligenciar o seu propósito original, estabelece grandes distanciamentos entre o conhecimento dos alunos e os conteúdos propostos. Desta forma, cumpre-se apresentar e analisar as propostas de ensino de física pertinentes aos principais

programas voltados à EJA em nível nacional, discutindo prioritariamente o conteúdo e aspectos metodológicos dos livros que dispõem para os alunos.

No caso do Telecurso de física para o ensino médio, ele se organiza através de teleaulas, livro do aluno, livro de atividades e o livro do professor. Nesta parte, discute-se com maior ênfase o livro do aluno por entender que este é o principal instrumento pelo qual o educando orienta o seu estudo.

O conteúdo de física do livro do aluno está estruturado em 4 unidades básicas apresentadas numa seqüência de aulas assim estruturadas: Mecânica I, Mecânica II, Termologia, Óptica e ondas, Eletromagnetismo e Física Moderna. Em Mecânica I o livro enfoca estudo dos movimentos e suas descrições por meio da cinemática e da dinâmica, além de assuntos relacionados aos fluidos. A Mecânica II apresenta as transformações e conservação de energia, grandezas e quantidades vetoriais. Em Termologia, ótica e ondas, estuda-se o calor e a temperatura com suas transformações e aplicações. Nesta unidade estudam-se os fenômenos que envolvem a luz e o som, suas aplicações em lentes, espelhos e aparelhos sonoros. Na última unidade, Eletromagnetismo e Física Moderna, aborda-se o conjunto de fenômenos que se referem à interação de campos magnéticos e campos elétricos com a matéria. As últimas aulas apresentam a física atômica e temas ligados à física moderna e contemporânea.

Aspectos sobre a natureza do conhecimento científico são apresentados, principalmente, no início do curso quando os autores apresentam a ciência como uma das formas de olhar o mundo.

Muitas pessoas imaginam que as perguntas religiosas estão completamente dissociadas das perguntas científicas, mas isso nem sempre é verdade. Por exemplo, Isaac Newton, quando criou o conceito de força, queria evidenciar a ação de Deus no mundo: suas perguntas eram religiosas e se confundiam com as científicas. (FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO, 2008a, p.13).

A partir daí, destaca-se a metodologia científica pela qual se constrói ou põe à prova o estudo da física para, em seguida, listar os ramos da física que serão estudados. Em geral, as aulas se iniciam com perguntas sobre situações mais comuns do nosso dia-a-dia ou algum fato curioso. Tomando como referência o livro do Novo Telecurso (2008), na aula 2 do volume 1, por exemplo, o título “onde deve ficar a barreira?” sugere que uma regra do futebol seja tratada como um problema cuja discussão leve à compreensão da imprecisão das medidas de grandezas físicas: “Será que os passos do juiz são um instrumento de medida confiável?” (FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO, 2008b, p.19). A partir daí, o autor vai inserindo

conceitos básicos da física que servem como pré-requisitos para outros assuntos como Algarismos significativos e transformação de unidades de medidas. Quase sempre, os textos conduzem o leitor gradativamente à formalização matemática das situações iniciais de aprendizagem.

Os objetivos não estão evidentes no início de cada aula, mas a síntese do assunto é apresentada na seção “Hora da Revisão”, na forma de conhecimentos aprendidos que subentende os objetivos dos autores naquela aula. Por exemplo: “Nesta aula estudamos que se chama momento, a grandeza associada à capacidade de uma força girar um corpo” (FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO, 2008c, p. 184). Por outro lado, no livro do professor, os autores orientam que cada aula seja planejada com problematização dos temas, exibição das teleaulas, leitura de imagens e ainda dão exemplos de encaminhamento das atividades dos livros.

Finalmente, na seção de “Atividades” os autores encaminham exercícios sobre os tópicos estudados onde se exige a aplicação de uma fórmula ou conhecimento de um conceito. Exercícios complementares estão disponíveis no “Livro de Atividades” com questões abertas e de múltipla escolha, além de sugestões de experimentos e observações de fatos cujos possíveis resultados são comentados. Observe as atividades apresentadas *no quadro 1* a seguir:

1. Nas palavras a seguir, procure distinguir quais são, ou não, grandezas físicas: Cansaço, calor, energia, rapidez, curiosidade, trabalho, honestidade, pontualidade, temperatura, força, aceleração e coragem.	
2. Siga os exemplos e faça transformações de unidades pedidas ao lado:	
<i>EXEMPLOS</i>	TRANSFORME
$5\text{cm} = 5,0,01 = 0,05\text{m}$	a) 3cm em m
.....

Quadro 1: Exemplo e atividade proposta.
Fonte: Fundação Roberto Marinho, 2008b

Percebe-se que a apresentação do conteúdo do livro do aluno se caracteriza por uma linearidade dos tópicos de física. Os temas sugeridos para as aulas, mesmo tendo um certo nível de familiaridade, não possuem abrangência capaz de permear a aula como um todo e não constituem efetivamente um problema. A estratégia do texto pode ser compreendida como o estabelecimento de relações empíricas, de familiaridade, de requisito e de grau de dificuldade para tentar levar o leitor ao conhecimento científico desejado. Por outro lado,

deve-se destacar que a proposta do Novo Telecurso não se resume no livro do aluno. Trata-se de um suporte que também apresenta livro para os professores onde se têm orientações para atividades coletivas, trabalho de campo, atividades individuais, textos musicais e imagens, leitura de imagens, pesquisa, glossário e avaliação. Sugere-se que estes recursos estejam conectados para o bom desempenho do educando.

Na leitura de imagens, por exemplo, compreende-se a linguagem visual como resultado de representação simbólica que está relacionada ao que o aluno já viu, leu e, também, com os seus sentimentos. Espera-se que os alunos desenvolvam a alfabetização do olhar baseado nos itens do *quadro 2* a seguir.

A) O QUE VIU?	B) O QUE OUVIU?	C) O QUE SENTIU?
Há que se relacionar pessoas, paisagens, palavras, instrumentos de trabalho, etc	Registrar sons, expressões, falas, conceitos exibidos na teleaula.	A discussão de idéias gera sentimentos. Registrar sentimentos experimentados pelos alunos

Quadro 2: Linguagem visual

Fonte: Adaptado de Fundação Roberto Marinho, 2008b

Destaca-se também a idéia sobre a avaliação presente no livro do professor. A sugestão é que a avaliação possibilite a reflexão sobre nossas posturas e concepções e que tenha como meta “acompanhar o desenvolvimento dos alunos na sua aprendizagem.” (FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO, 2008c, p. 23).

Portanto, ainda que o livro do professor apresente sugestões mais interessantes para as aulas, existe um problema crucial em relação ao objetivo de se ensinar física no livro do aluno. O conteúdo deste livro ainda está preso ao objetivo de ensinar a física para compreender assuntos cada vez mais específicos da física e não para uma compreensão universal. Isto revela que a escolha de “o que ensinar em física” no livro do Novo Telecurso se verifica como algo comum aos livros didáticos tradicionais.

Outro programa de referência para o ensino de física na EJA é o ENCCEJA. Ele apresenta livros para o aluno e professores em todas as áreas do conhecimento, nos níveis de ensino fundamental e médio. O livro do ensino médio, na área de Ciência da Natureza, é estruturado na forma de eixos temáticos assim intitulados:


A ciência como construção humana; o papel das tecnologias no mundo contemporâneo; a tecnologia no nosso dia-a-dia; assim caminha a humanidade, as condições de saúde no Brasil; em busca do conhecimento: o fazer científico; conhecimentos físicos e a vida atual, química natureza e tecnologia, biodiversidade e meio ambiente. (BRASIL, 2006a, p.7).

No que se refere ao conhecimento da física necessário para os exames, o livro do professor traz as seguintes recomendações:

Todos os conteúdos de mecânica, termodinâmica e energia, que são abordados na escola regular tradicional, também estão presentes nessa proposta, entretanto, adotamos outro enfoque. Estamos preocupados com as competências e habilidades que os estudantes jovens e adultos têm e nas que ainda precisam ser mais desenvolvidas, utilizando para isso esse conhecimento [...] A proposta é interdisciplinar e têm como foco as competências, não os conteúdos. Esteja com esse pensamento presente, quando estiver preparando suas aulas. (BRASIL, 2006b, p. 160).

O texto chama a atenção para a necessidade do conteúdo semântico dos termos utilizados em aula: “Lembre-se, professor, de que nós não conseguimos usar as palavras cujo significado não conhecemos.” (BRASIL, 2006b, p.158).

O desenvolvimento de competências a qual se refere o livro do professor pode ser ilustrado pelo exemplo a seguir (quadro 3), retirado do livro do aluno no capítulo 1, *Ciência Como Construção Humana*.

	Desenvolvendo competências
2	<i>Faça uma entrevista com seus amigos e vizinhos mais velhos e procure saber os tipos de materiais que eles já usaram ou usam para iluminar suas casas. Com base nas informações recebidas, você teria condições de afirmar que a técnica de combustão, para iluminar, não é mais utilizada no nosso país?</i>

Quadro 3: Problema proposto para os alunos
Fonte: BRASIL, 2006b, p.16

Com esta atividade, o que se espera é que o aluno possa perceber as relações da evolução tecnológica com o conhecimento científico em cada época. A questão fundamental trabalhada no texto, logo após a pergunta, é a diferença entre a técnica de iluminação elétrica e a técnica de iluminação por combustão. Assim, analisam-se não tão somente os artefatos, mas as implicações do conhecimento científico envolvido no contexto de sua aplicação.

Na seqüência, o texto aborda a tentativa do homem de imitar a natureza, o que o levou a muitas frustrações antes de se chegar à invenção mais consistente do avião. Essa é uma das questões que se levanta também neste capítulo e que possibilita a reflexão sobre a ciência como resultado das intervenções criativas do homem na tentativa de se resolver um problema: Voar como os pássaros. Ao mesmo tempo, a lenda de Ícaro torna-se sugestiva ao debate do tema, uma vez que ela mostra que a ciência nasce do ventre da inquietude humana e seu campo de exploração é ilimitado. Por isso, o seu desenvolvimento permitiu, atualmente, ir

mais longe do que sonhou Ícaro, cujo caminho ao sol derreteu com o seu calor a cera que prendia as suas asas.

Tomando como referencia a discussão feita no capítulo citado, percebe-se que a competência M1 “compreender as ciências como construções humanas, relacionando o desenvolvimento científico ao longo da história com a transformação da sociedade” (BRASIL, 2006a) é efetivamente um ponto norteador na apresentação do conteúdo. Portanto, o ENCCEJA se baseia numa metodologia de ensino por competências em que a escolha de “o que ensinar em física” é orientada por objetivos mais abrangentes da formação dos Jovens e Adultos a quem se destina.

Dentre as nove competências do ENCCEJA na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias existem também aquelas voltadas aos conhecimentos mais específicos. No livro do aluno, o tema “conhecimentos físicos e a vida atual”, visa desenvolver a competência M7: “Apropriar-se de conhecimentos da física para compreender o mundo natural e para interpretar, avaliar e planejar intervenções científico-tecnológicas no mundo contemporâneo” (BRASIL, 2006a).

No capítulo VII do livro do aluno, a cinemática possui abordagem diferente dos livros tradicionais. Discute-se o tempo, propondo inicialmente uma atividade prática da medida das batidas do coração e o relaciona ainda aos diversos ciclos na natureza. Sem fragmentações, o texto segue dando noções de distância apresentando as medidas de pequenas e grandes dimensões espaciais e discute a relação entre o espaço e o tempo que resulta no conceito de velocidade.

O problema abaixo (quadro 4) está no contexto do capítulo VII do livro do aluno onde o assunto principal é a grandeza tempo.

Desenvolvendo competências	
2	<p>Encontros</p> <p><i>Que tal marcar um encontro para daqui a quatro mil batidas do coração? Quanto tempo isso vai demorar? Uma hora? Um dia? 10 minutos?</i></p> <p><i>Com o auxílio de um relógio, veja quantas vezes o coração bate por minuto. Se você não conseguir sentir as batidas do coração no pulso, peça a um amigo ou amiga para escutar as batidas deles durante um minuto. Com essa medida, responda daqui a quantos minutos o coração terá batido 4.000 vezes.</i></p>

Quadro 4: Problema proposto para os alunos.
Fonte: BRASIL, 2006a, p.16

A partir desta atividade discute-se o tempo como uma medida da regularidade dos fenômenos que se repetem: o dia e a noite, as estações do ano e as fases da lua. Nesta

abordagem, as diferentes durações desses ciclos explicam a existência do ano, do mês, do dia, das horas e seus submúltiplos. Diferente de uma lista de exercícios que visa simplesmente transformar as unidades de tempo em horas, minutos e segundos, o texto apresenta os diversos ciclos naturais ao mesmo tempo em que os relaciona numericamente.

Na seqüência, o texto associa também as medidas de distâncias que vão do micro ao macro cosmo, sugerindo coisas que se pode medir com essas unidades. A figura 1 a seguir ilustra esta situação.

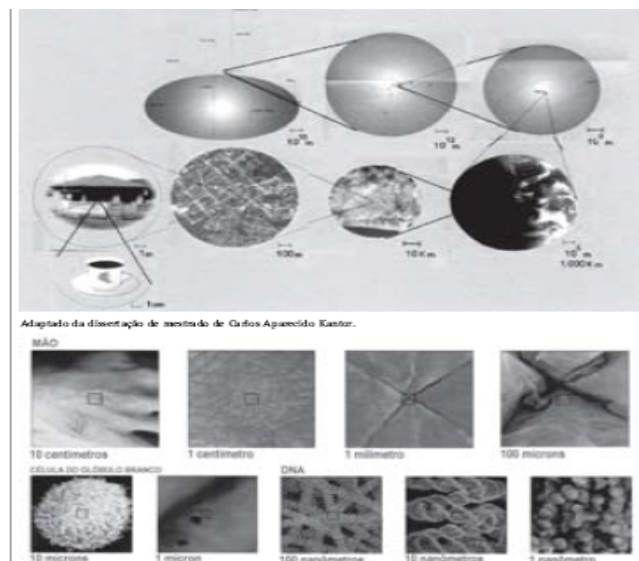


Figura 1: Espaço, do micro ao macro
Fonte: BRASIL, 2006a


Ao tratar de velocidade, no decorrer do capítulo, justifica-se o uso da fórmula precedida de uma noção intuitiva, como se pode perceber no *quadro 5* a seguir:

Um carro que percorre 60 quilômetros em meia hora percorrerá 120km a cada hora; sua velocidade é de 120km/h. Esse mesmo carro, se andar durante 2 horas, percorrerá 240km, já que

$$velocidade = \frac{distância}{tempo} \quad 120 = \frac{d}{2} \quad 120 \cdot 2 = d \quad 240 = d$$

Quadro 5: Exercício resolvido.
Fonte: BRASIL, 2006a

Esse conhecimento, assim como as noções de distância e tempo são requeridos na atividade sobre o ano-luz, presentes também no capítulo VII, como ilustrado no quadro 6 abaixo.

	Desenvolvendo competências
5	<p>Ano-luz x “Luas”</p> <p><i>Uma atividade interessante que se pode fazer é comparar a distância do ano-luz da astronomia com a distância das “Luas” dos índios. Em ambos os casos medem-se as distâncias usando como padrão de referência o tempo, mas com velocidades bem diferentes. Faça uma estimativa de quantas “Luas” passariam até que uma tribo percorresse a distância de um ano-luz. Utilize para isso os dados abaixo.</i></p> <p><i>Velocidade da luz: 300.000 km/s. Velocidade do índio: 5 km/h.</i></p> <p><i>Uma “Lua” corresponde a 7 dias, e um ano, a 365 dias.</i></p>

Quadro 6: Problema proposto para os alunos

Fonte: BRASIL, 2006a

A principal diferença entre o ENCCEJA e o Telecurso é que este, apesar de iniciar as aulas com questões do dia-a-dia, faz, logo em seguida, um desenvolvimento linear do conteúdo da física e o ENCCEJA, por sua vez, estrutura os assuntos com base em descrições de competências. Segundo Ricardo (2003), ninguém ensina competência, mas cria circunstâncias para que ela se desenvolva. Daí que no ENCCEJA, o conhecimento da física não é tão somente objetivo em si, mas fundamentalmente instrumento para lidar com situações do cotidiano que se apresenta. A idéia é que o aluno compreenda o mundo natural, tendo como instrumento, o conhecimento da física. Nesta relação não se desmerece a necessidade do desenvolvimento da ciência, pelo contrário, uma vez compreendido, o conhecimento científico-tecnológico deve retornar ao desenvolvimento da própria física pela intervenção do sujeito no mundo.

Nesse sentido, o ENCCEJA está mais próximo do que apresentam os PCN+ quando estes sugerem que:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (BRASIL, 2002, p.56).

O alcance das propostas nacionais para o Ensino de Física na escola como os PCN+ não só depende do professor, mas se condicionam aos rumos das orientações locais dos Estados aos quais se responsabilizam observar seu conteúdo. Respeitadas as diferenças regionais, os Estados devem seguir uma diretriz comum, alinhando, em termos gerais, as suas propostas às nacionais.

Em Minas Gerais, se instituiu e regulamentou a organização curricular que vem sendo implantada progressivamente nas escolas da sua rede educacional desde 2006. Como imperativo legal, conferido pela Resolução do Estado Minas Gerais (2007), nº 1.025, o

currículo a ser adotado pelas escolas se resumem em: Conteúdos Básicos Comuns (CBC), para o 1º ano; uma organização opcional com ênfase em certas áreas do conhecimento, no 2º ano; e ênfase em área específica do conhecimento, no 3º ano do ensino regular.

A organização curricular do Estado de Minas Gerais tem como suporte o portal do Centro de Referência Virtual do Professor (CRV) que disponibiliza uma série de recursos didáticos, dentre as quais a proposta de física para o ensino médio. Segundo a versão CRV (PANZERA et al., 2007), a proposta de conteúdo do Estado focaliza assuntos da física, orientados por uma parte comum, sugerindo abordagens fenomenológicas que são relevantes para a formação científico-cultural dos alunos. Na mesma proposta há outra parte opcional, para os anos seguintes, voltadas para as questões mais dedutivo-quantitativas.

No CBC os conteúdos se dispõem de forma temática distribuídos em três grandes eixos: Energia e vida na Terra; Conservação da Energia; Energia-Aplicações. Nesta parte os assuntos são tratados, principalmente, em termos da sua conceituação, sua aplicação no cotidiano, relação entre as diversas formas de energia e como forma de discussão das questões sociais as quais estão associadas. Já os conteúdos complementares, tidos como opcionais, se estruturam em quatro eixos temáticos: Luz, Som e Calor; Força e Movimento; Eletricidade e Magnetismo; Física Moderna. Nesta parte pressupõe-se que o aluno tenha, além de uma base conceitual uma inclinação pela área que escolheu. Portanto, assuntos como a Luz que, num primeiro momento foi discutida como uma forma de energia, passa a ser aprofundado em termos de seus modelos de representação e dos dispositivos óticos associados à ela, em séries mais avançadas.

A opção por temas abrangentes como pressupõem o CBC está de acordo com o que sugerem os PCN na área de física. Para o ensino médio, os PCN+ reconhecem a natureza específica dos conteúdos da física, mas propõem que o trabalho docente leve em conta a articulação desses conhecimentos com as competências que implicam na construção de “temas estruturadores” da ação pedagógica. Os temas estruturadores, segundo este documento, vem da preocupação em se rever a forma como são trabalhados os conteúdos da física, procurando definir tópicos, não somente como um assunto de necessidade posterior, mas que alcancem sentido desde o início de seu estudo.

O tratamento de diferentes campos de fenômenos implica em preservar, até certo ponto, a divisão do conhecimento em áreas da Física tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo, não só pela unidade conceitual que esses campos estabelecem, mas também por permitir uma “transcrição” da proposta nova em termos da compartimentalização anteriormente adotada, reconhecendo-a para superá-la. (BRASIL, 2002, p.66).

O texto sugere temas estruturadores como Movimentos: variações e conservações; Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia; Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações; Som, Imagem e Informação; Matéria e Radiação; Universo, Terra e Vida, na perspectiva de que esses conteúdos passem a configurar como conhecimentos associados à competência que se quer desenvolver através deles. Considerando as diversas formas de articulação entre o conteúdo de física e os objetivos educacionais, as escolhas dos conteúdos pelos professores devem levar em conta o nível e à modalidade de ensino a que se dirige. Por isso, os PCN + também apontam algumas idéias que justificam a escolha de um tema estruturador:

[...] será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. Assim, **Universo, Terra e Vida** passa a constituir mais um tema estruturador. (BRASIL, 2002, p.70).

Na proposta do Estado de Minas Gerais, a organização da EJA contida na resolução nº 1025 de 2007 se dá em 2 anos, sendo que o 2º ano se divide em dois semestres letivos, caracterizando fases com disciplinas distintas. O CBC destina-se à aplicação no 1º ano, fase de maior duração. No 2º ano o aluno tem opção de aprofundar seus estudos em áreas do conhecimento explicitadas como Ciências Humanas ou Ciências Exatas. Na primeira alternativa não se estuda a disciplina de física, enquanto na segunda dispõem-se de 3 aulas semanais para esta disciplina.

Devido à importância que o CBC ocupa na organização curricular do Estado, por conta do seu caráter de base para outras séries, devido à sua primazia na implantação da lei em todo o Estado, há de se ter um entendimento melhor em termos de suas propostas para a EJA do ensino médio.

O CBC é uma determinação legal que se apresenta como um Currículo Básico Comum a ser seguido pelas escolas públicas do Estado de Minas Gerais. Inicialmente, em 2006, era obrigatório apenas para 223 escolas concebidas como Escolas-Referência, mas a partir de 2007 se tornou obrigatório para as demais escolas públicas do Estado.

Os Currículos Básicos Comuns tratados em grandes eixos temáticos constituem-se de tópicos associados à objetivos e sugestões de nº de aulas em que devem ser trabalhados. Assim, o eixo “Energia e vida na Terra”, por exemplo, se divide em tópicos como Energia na vida humana; Sol e as fontes de energia e Distribuição da energia na Terra. Os objetivos de

cada tópico são apresentados e em seguida detalhados em habilidades mais específicas. Quando se aborda o Sol e suas fontes de energia, por exemplo, espera-se que este astro seja reconhecido como a nossa principal fonte de energia que origina quase todas as outras fontes que existem na Terra. Este assunto é ainda detalhado em oito habilidades com intenções, basicamente, de que o aluno saiba sobre processos de conversão nuclear, sobre diversidade de energia que tem origem na fonte solar e distinguir fontes renováveis e não renováveis de energia. A sugestão é que esses objetivos sejam desenvolvidos em três aulas.

Um fato que chama a atenção quanto à apresentação de algumas habilidades do CBC é que elas se assemelham à descrição do conteúdo da física e pouco explicitam a importância desses assuntos no cotidiano dos alunos. Uma diferença é evidente quando se compara a habilidade “Compreender que a maioria dos fluidos, quando aquecidos, se expande, diminuindo sua densidade, e sobe devido ao empuxo” (MINAS GERAIS, 2007, p.1), com a seguinte habilidade de Investigação e Compreensão:

Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes. (BRASIL, 2002, p.62).

Enquanto o primeiro objetivo é estabelecido dentro da lógica do conteúdo da física o último estabelece vínculos entre ação-reflexão do sujeito frente ao seu mundo, requisitando para isso o conhecimento da física.

A necessidade de que objetivos de ensino de física sejam estruturados além da lógica interna do conhecimento científico é notória também no ENCCEJA. Distribuídos em 5 eixos cognitivos que se associam às possibilidades de desenvolvimento de competências de Jovens e Adultos, estes objetivos geram habilidades mais específicas, dentre elas às que se destinam ao conhecimento da física. Os eixos cognitivos são esboçados tendo em vista a não neutralidade dos saberes dos alunos diante da sua relação com os saberes escolares e são assim descritos:

- I - Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.
- II - Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- III - Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas para tomar decisões e enfrentar situações problema.
- IV – Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas para construir argumentação consistente.

V - Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural. (BRASIL, 2008).

Por outro lado, há uma orientação para que a seleção de conteúdos do CBC, pelos professores, tenha como base: a descrição e explicação dos fenômenos físicos ligados ao cotidiano, através da Experimentação; busca de um conhecimento universal; relação entre a física e a cultura, ênfase nos aspectos tecnológicos e sociais da física. Nesta recomendação, objetivos como o de “reconhecer a energia como algo indispensável ao funcionamento da vida social e que essa dependência vem crescendo progressivamente ao longo da história humana” (MINAS GERAIS, 2007, p.1) exemplificam melhor o que deve significar a escolha de conteúdos pelos professores.

Portanto, o CBC estrutura os currículos de física do 1º ano baseado num tema de significado relevante como a Energia, o que constitui um avanço em relação à linearidade dos currículos tradicionais. Mas, no que se refere aos objetivos educacionais, somente uma parte aproxima-se do que sugerem os PCN+, sendo que o aprofundamento que se propõem no Currículo das séries seguintes foge completamente desta proposta Nacional.

Quando se fala de temas que estabelecem vínculos entre conhecimento da física e situações concretas a serem enfrentadas por Jovens e Adultos, leva-se em conta o fato de que muitos deles já têm esse contato com a ciência através de fontes informais: do conhecimento no mundo do trabalho, das relações de consumo, dos noticiários da TV, Internet e jornais. Logo, são as experiências destes alunos com a ciência, principalmente no que se refere às informações adquiridas no cotidiano, que devem estabelecer intercessões importantes com o conhecimento que se deseja propor através do ensino de física. Nesse sentido, um dos temas que, sem dúvida, está mais presente nas discussões de mídia e que causa maior interesse de Jovens e Adultos é a Astronomia. Apesar de não fazer parte do CBC, ser pouco explorado no ENCCEJA e ter uma apresentação clássica no Novo Telecurso, a Astronomia é tema sugerido no PCN+ e por isso justifica saber como as pesquisas no ensino de física tratam o assunto.

4 A ASTRONOMIA NO ENSINO DE FÍSICA

O interesse pela Astronomia vem desde os primórdios da existência humana na Terra. Estima-se que Stonehenge, considerado um dos primeiros observatórios de astronomia do mundo, tenha sido construído por primitivos britânicos em torno de 3300 a.C. Nem mesmo a limitação visual do Homem foi capaz de impedir o avanço do olhar instigante sobre o cosmo. Cerca de quatrocentos anos depois da construção do primeiro telescópio, os espelhos do Telescópio Espacial Hubble conectam a visão humana ao espaço distante das fantásticas imagens do universo que se estampam nas capas de jornais e revistas, em programas de TV e se exibem também nas principais páginas de Internet pelo mundo afora. Ainda hoje, o céu é palco das atenções quando previsões de acontecimentos astronômicos são noticiadas na mídia, causando grandes expectativas. Levando em conta este interesse, instituições de todo o mundo mobilizam ações de difusão da astronomia, havendo assim uma preocupação mais recente com a inserção do tema na escola que tem sido a tônica das pesquisas em várias áreas do conhecimento, principalmente no ensino de física.

A forma como organismos de relevância internacional vem se empenhando com a popularização da astronomia pode ser percebida através das deliberações internas da ONU que proclamou 2009 como o Ano Internacional da Astronomia ou International Year of Astronomic- IYA 2009. Citada pela Secretaria do IYA 2009, a Resolução nº 61/185 de 20 de dezembro de 2006 da Assembléia Geral da ONU fundamenta sua decisão no fato da astronomia ser uma das ciências mais antigas que contribuiu e continua contribuindo de modo fundamental para a evolução de outras ciências e aplicações em inúmeras outras. Afirma também que todas as culturas têm desenvolvido lendas, mitos e tradições a respeito do céu, planetas e estrelas, constituindo sua herança cultural e justifica que as observações astronômicas têm profundas implicações na ciência, filosofia, cultura e concepção de universo.

Por outro lado, muitos procuram falar da astronomia, manifestando opiniões sobre a importância deste conhecimento para a humanidade.

Bretones (2009), acredita que a observação do céu a olho nu ou com instrumento desperta o fascínio de qualquer um e entende que é impossível ser indiferente à visão de um eclipse, de uma estrela cadente ou de um cometa. Ele conclui que a astronomia pode atrair a atenção de estudantes e para isso sugere a construção de observatórios astronômicos nos

municípios brasileiros para a formação de professores, trabalhos de estudante, bem como para lazer e cultura.

Panzer (2008), lamenta que, apesar de viver numa sociedade de tecnologia altamente desenvolvida, as pessoas não sabem sobre o céu, coisas que já se conhecia desde os primórdios da humanidade. Em seu guia prático de cartas celestes, ele apresenta uma idéia das dimensões de objetos celestes e traz, em anexo, dois tipos de cartas celestes com instrução de uso para o leitor.

Reis, Souza e Bisch (2007) entendem que as constelações constituem temas muito interessantes para a escola, porque possibilitam atividades práticas de observação do céu e possuem uma importância histórica muito grande, principalmente ao se abordar as constelações criadas por diferentes povos, destacando aspectos da pluralidade cultural.

Apesar de ser um assunto muito pesquisado na área de ensino de física, outras áreas do conhecimento também buscam na astronomia algum recurso para justificar seus trabalhos.

Gonçalves (2007) e seus colaboradores, com um trabalho intitulado *Matemática na Astronomia*, mostra que muitos problemas surgidos no estudo da astronomia são resolvidos utilizando conhecimentos da matemática. Nesse sentido, propõem várias experiências ligadas à astronomia e à matemática com a finalidade de serem realizadas em contexto educativo do ensino básico.

Outros autores se dedicam à tentativa de associar arte à ciência, analisando evidências do conhecimento de astronomia na literatura, na música, em quadros, no cinema entre outras manifestações artísticas. Zanetic (2006), por exemplo, afirma haver conhecimentos astronômicos na literatura de Monteiro Lobato no seu romance *Viagem ao Céu*, onde Emília e seus companheiros fazem uma viagem pelo espaço sideral num trecho recheado de conteúdo conceitual e de história da ciência.

Também é com muita arte e criatividade que o conteúdo de física sobre astronomia é apresentado no GREF. Ao longo do texto, há várias expressões repletas de figuras de linguagem, como “O universo não é Tudo”, “estrelas é um astro com fusão”, “com fuso horário nos entendemos sô!” e também o uso de charges como no quadro *As cobras* (GREF, 1998, p.136) de Luiz Fernando Veríssimo. Esta forma moderna de comunicação dá mostras de que leituras sobre astronomia devem transmitir emoções e despertar a imaginação do estudante através de diversas expressões artísticas. Na introdução do livro utiliza-se uma gravura do século XVI (figura 2) através da qual o leitor é provocado a refletir sobre o que existe além da borda da Terra.

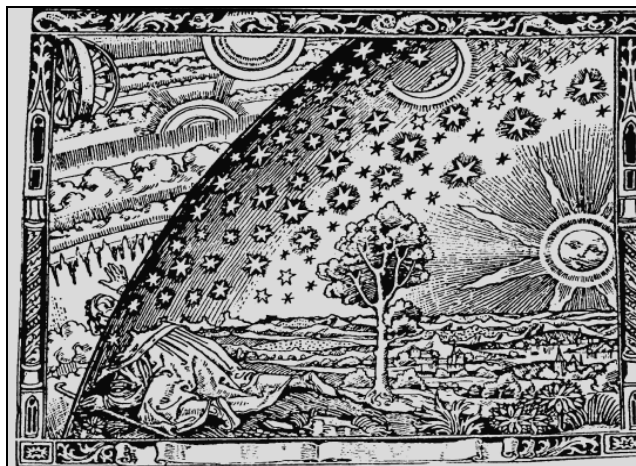


Figura 2: Cético, o peregrino na borda da Terra, de Sebastian Münster
Fonte: GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA, 1998

Na área de etnociência o estudo da Astronomia envolve aspectos da cultura dos índios brasileiros e contribui para o resgate da história do Brasil. Segundo Afonso (2006), o caráter prático dos conhecimentos astronômicos indígenas podia ser reconhecido na organização social e nas condutas do cotidiano, servindo, por exemplo, para planejar seus rituais, para definir códigos morais, para ordenar as atividades anuais que eram correlacionadas com os ciclos da fauna e flora do lugar, bem como para planejar a época de suas plantações e colheitas. Eles avaliavam as horas do dia tendo como referencial o Sol e as da noite, a Lua e as estrelas, com precisão suficiente para regularem suas viagens e seu cotidiano.

Com a intenção de apresentar um panorama geral da educação em astronomia no Brasil, Langhi e Nardi (2009) identificaram as primeiras atividades brasileiras com relação à astronomia e seu ensino, destacando a influência destes fatos sobre as instituições que lidam com o assunto. Neste trabalho, ele reconhece a existência da astronomia e seu ensino antes da chegada do homem branco ao Brasil.

Uma situação relatada pelo autor neste trabalho é que as instituições de ensino tendem a aceitar e reproduzir supostas verdades como uma grande certeza, o que foi ilustrado na situação do famoso eclipse de 29 de maio de 1919, quando uma comissão de cientista que contou com a presença do astrônomo Arthur Eddington que desembarcou em Sobral - CE para tentar comprovar a Teoria da Relatividade Geral de Einstein. Nesta experiência, Eddington afirmou que a Teoria da Relatividade estava finalmente comprovada, mesmo sabendo que os resultados da pesquisa ofereciam apenas 30% de precisão.

Apesar de ser ainda pouco expressivo nas escolas, o ensino de astronomia, tem se intensificado nos últimos anos. “Atualmente, no Brasil, parece haver uma modesta retomada

de atenção ao ensino e popularização da Astronomia, conforme indicam estudos da área.”(LANGHI apud LANGHI; NARDI 2009b, p.5).

Um sinal de preocupação mais recente com a pesquisa no Ensino de Astronomia é que, em artigo conjunto, Bretones e Megid Neto (2005) revelam que há uma tendência de crescimento nas defesas de teses e dissertações nesta área. Tendo como fontes o CEDOC⁴ da UNICAMP e o banco de tese da CAPES disponível em Internet, os autores localizaram 16 pesquisas produzidas entre 1973 e 2002, sendo 3 no nível de doutorado e 13 de mestrado. Elas foram estudadas em função dos seguintes aspectos: instituição, ano de defesa, nível escolar abrangido no estudo, foco temático do estudo e gênero de trabalho acadêmico. Treze desses trabalhos foram produzidos entre 1996 e 2002, indicando um interesse maior nos últimos anos sobre o tema. Quanto ao nível escolar abrangido nos trabalhos, predominaram os estudos direcionados ao Ensino Fundamental de 5^a a 8^a séries (62,5%) seguidos de Ensino Fundamental de 1^a a 4^a séries (37,5%). Também ocorrem estudos relacionados ao Ensino Médio e Superior, ambos com 25% e de Ensino não escolar com 6,3%. Verificou-se que a maior parte (43,8%) dos trabalhos são de pesquisa experimental, seguido de pesquisa de análise de conteúdo com 31,3% e a pesquisa-ação com 18,8%. Relatos de experiências, Suvey e Ensaio totalizam restante da amostra analisada. O *quadro 7* abaixo ilustra o foco temático das pesquisas no Brasil na área de Ensino de Astronomia, segundo este artigo.

Foco	No.	%
Conteúdo-Método	9	56,3
Concepções do Professor	7	43,8
Currículos e Programas	6	37,5
Recursos Didáticos	6	37,5
Concepções do Aluno	5	31,3
Formação de Professores	4	25,0
Formação de Conceitos	2	12,5
Programas de Ensino Não-Escolar	1	6,3

Quadro 7: N° de pesquisas por foco temático
Fonte: Bretones e Megid Neto, 2005

Num outro estudo, Bretones, Megid Neto e Canalle (2006) identificaram 137 trabalhos voltados à Educação em Astronomia apresentados nas reuniões da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e que foram classificados por: 1) instituição produtora; 2) ano da apresentação do trabalho; 3) nível escolar a que se refere ou se aplica o estudo; 4) foco temático do trabalho; 5) gênero de trabalho acadêmico. No artigo, os autores verificaram uma tendência de expansão quantitativa da pesquisa em astronomia, ao longo dos anos, no âmbito

⁴ O Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC) desenvolve estudos e pesquisas sobre a produção acadêmica e didática na área de Educação em Ciências.

das Reuniões da SAB. Eles verificaram também uma maior proposição de recursos didáticos e destacaram a preferência dos participantes por criação de cursos de Astronomia dentre os trabalhos direcionados ao ensino médio. O *gráfico 1* a seguir apresenta a distribuição dos 137 trabalhos em função do ano de apresentação nas Reuniões da SAB.

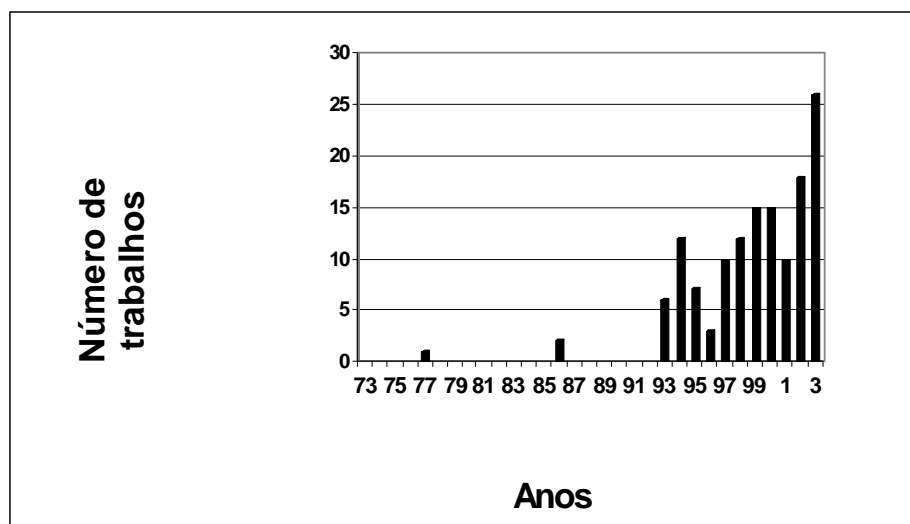


Gráfico 1 – Distribuição de trabalhos sobre Educação em Astronomia apresentados nas reuniões anuais da SAB por ano de apresentação
 Fonte: Bretones, Megid Neto e Canalle, 2006

Buscando também retratar a pesquisa em Ensino de Astronomia no Brasil, Jayme Marrone Júnior (2007) selecionou 1772 artigos em periódicos de circulação nacional (Revista Abrapec, Ciência & Educação, Investigações em Ensino de Ciências, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, Revista Ensaio, A Física na Escola e Ciência & Ensino) procurando obter, num primeiro momento, uma visão quantitativa sobre a intensidade com que se publica assuntos ligados ao ensino de astronomia. Finalmente, o autor analisou e interpretou 38 artigos publicados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, levando em conta a sua tradição e representatividade. Do total de 1772 artigos selecionados constatou-se que apenas 91 referem-se a astronomia, resultando em 5,2% desse universo.

Considerando a pesquisa no Caderno Brasileiro do Ensino de Física (CBEF), foram selecionados 512 artigos dos quais 38 (6,8%) se referem à astronomia e 139 (25%) trata do ensino de física. O *Gráfico 2* a seguir apresenta o número de artigos na área de astronomia publicados pelo CBEF a partir de 1985.

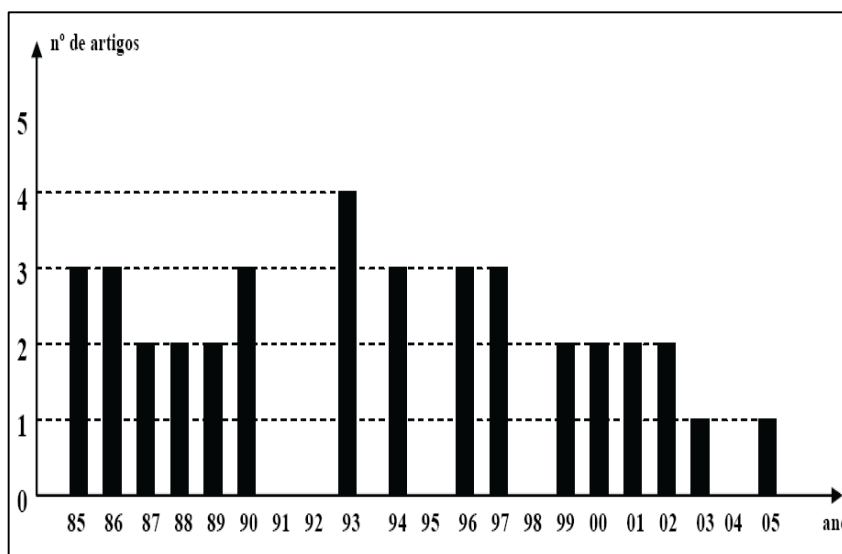


Gráfico 2: Número de artigos de astronomia
Fonte: Marrone Júnior, 2007

O gráfico contrasta a intenção de crescimento percebida na pesquisa de Bretones, Magid Neto e Canalle (2006). Uma hipótese apresentada por Marrone Júnior (2007) é que a comunidade científica sabe da fragilidade dos conceitos que circulam entre professores e alunos. Logo precisam tornar o conhecimento mais acessível. No entanto, ele acredita que esta fase da transposição dos saberes esteja se esgotando e que uma mudança de paradigma é o que se impõe para a concretização da pesquisa nesta área. Por outro lado, Bretones e seus colaboradores suspeitam que propostas educacionais como o PCN, principalmente no período em que foram apresentadas para a sociedade, tenham despertado maior interesse sobre o tema e aumentado as publicações na área de ensino de astronomia. Também identificam como causa desse desenvolvimento a criação de uma comissão de ensino criada na SAB desde os anos 80 e a crescente importância da inserção de temas de astronomia nos livros didáticos.

Situações em que a pesquisa em Ensino de Astronomia tem decrescido, pode não retratar uma realidade global. O estudo que mostra a diminuição das pesquisas sobre ensino de astronomia se refere a artigos da CBEF. No período em que o tema começa a diminuir nesta revista, surgem outras revistas da área de Ensino de Ciências e para se ter uma visão geral das publicações é necessário analisar um número maior de artigos de diferentes revistas.

De forma geral, muitos autores apontam um crescimento, nos últimos anos, em termos das pesquisas sobre Ensino de Astronomia. Assim, a opção dos pesquisadores por esta área exige, até certo ponto, que se explicitem suas razões em termos das tendências seguidas no campo da Educação Científica.

Sobre o assunto, Amaral afirma haver basicamente duas concepções norteadoras do Ensino em Ciências com as seguintes características:

Modelo 1- Visando a transmissão ao estudante de um conjunto previamente estruturado de conteúdos, que seja representativo do vasto patrimônio cultural e científico da humanidade.

Modelo 2- Visando proporcionar ao estudante condições para redescobrir os fenômenos e conceitos fundamentais das Ciências, condições estas simuladoras dos procedimentos utilizados pelos cientistas em suas tentativas de compreensão mais sistemática e segura do mundo, que resultam no chamado conhecimento científico. (AMARAL apud TEIXEIRA, 2003, p. 8).

Estas tendências ajudam a distinguir, nas pesquisas, as diferentes visões que se tem sobre a importância da Astronomia que, na área de ensino de física, assumem orientações semelhantes aos modelos anteriormente citados. Em linhas gerais, as pesquisas são divididas em:

- a) as que utilizam a astronomia como incentivo para introduzir temas próprios da física;
- b) as que vêem na astronomia uma forma de ampliar a compreensão dos alunos sobre o universo, razão pela qual se exige o conhecimento científico.

Um trabalho na direção do primeiro enfoque é a dissertação de Schmitt (2004) que relata a utilização de tópicos ligados à Astronomia como motivação educacional a fim de inserir o estudo das radiações eletromagnéticas no ensino médio. Trata-se de um texto com abordagem sobre a Física Moderna.

Outro trabalho, ainda nesse sentido, é a dissertação de mestrado acerca da Astronomia como motivação para o ensino de Física, na qual o autor conclui que:

[...] o tema tratado se mostrou pertinente para introduzir os estudos de Física na 8ª série e também pelo leque de conteúdos que podem ser trabalhados a partir da Astronomia, como a luz, calor, e até os movimentos, que na maioria dos livros-texto de ciências aparece como assunto introdutório à Física. (MEES, 2004).

Na outra linha de pensamento, uma contribuição importante para o ensino de ciências consiste na pesquisa de Leite (2006). A autora chama a atenção para a necessidade de conhecimentos espaciais mais elaborados para a compreensão de formas, dos tamanhos e das distâncias dos objetos astronômicos e de elaboração de estratégias de ensino que possibilitem construções mais amplas da percepção humana.

Outro estudo com esta orientação é o de Andrade, Araújo e Neuberger (2009). Em artigo destinado à EJA do 2º ciclo (ensino fundamental), eles exploraram as concepções de alunos desta modalidade de ensino sobre fenômenos associados à Lua. Eles procuraram saber o que os alunos pensam sobre a constituição da Lua, sua forma, suas fases e qual é a visão que eles teriam se pudesse ver a Terra a partir da Lua. Também tentaram identificar a relação que os alunos fazem destes fenômenos com o sistema Lua, Terra e Sol. Segundo os autores, uma das idéias que prevalece é a de que a Lua tem constituição semelhante à da Terra, embora ainda seja comum o pensamento de que a Lua é constituída de gelo. Os autores constataram um entendimento de que as fases da Lua sejam uma característica deste astro, não sendo possível, para muitos, que a Terra apresente fases quando vista da Lua. Procurando perceber a relação que os alunos fazem entre o Sistema Terra-Lua-Sol, o estudo concluiu que os alunos não conseguiram explicar de forma aceitável o tamanho relativo entre estes astros nem mesmo identificar corretamente as causas das fases da Lua.

Uma categoria comum em pesquisas tipo *estado da arte* no Ensino de Astronomia é a de produção de materiais didáticos. Pesquisas sobre o livro didático também revelam as tendências predominantes na apresentação do conteúdo de Astronomia. Com este propósito, na área de Ensino de Astronomia no ensino médio, destaca-se o trabalho de Simões (2008). Nele, o autor analisa a presença de elementos de astronomia nos livros didáticos de física e propõem um guia subsidiado pelos resultados da pesquisa. Este trabalho apresenta uma breve descrição da astronomia presente nos principais projetos de ensino na área de física como o PSSC, Harvard, PEF, PBEF e GREF e se aprofunda na análise de 8 livros didáticos de física dos quais seis são aprovados pelo PNLEM e os outros dois são escolhidos dentro de critério de tradição de uso pelos professores. A pesquisa desses materiais concentrou-se na análise dos excertos que são caixas de texto com ou sem figuras alusivas ao texto principal com a finalidade de melhorar a sua compreensão. Também foi analisada a Astronomia presente nos exercícios e temas de gravitação. Em geral, verificou-se que assuntos sobre astronomia se restringem ao sistema solar composto de Sol, Lua e Terra.

Uma das constatações do autor é que “todas as obras analisadas utilizam elementos da astronomia para exemplificar ou completar o desenvolvimento do conteúdo da física” (SIMÕES, 2008, p.40). Desta forma, observa-se que a tendência a - produções que utilizam a astronomia como incentivo para introduzir temas próprios da física – é, na realidade, o que predomina no livro didático para o ensino médio tal como foi pesquisado pelo autor.

Não é a pretensão deste trabalho expor toda a situação da pesquisas em ensino de física as quais também abordam o Ensino de Astronomia, no entanto um apanhado geral sobre

os estudos até aqui apresentados leva à constatação de que a Astronomia realmente é um tema de interesse da comunidade científica, sendo em muitos casos, justificado como uma necessidade educacional. Deste recorte da produção científica, percebe-se primeiramente, uma grande preocupação em destacar a importância da astronomia para a nossa vida, principalmente, no prazer que se tem ao estudá-la. Uma boa parte destes trabalhos situa-se numa tendência de ensino em que a importância de estudar astronomia encontra-se no fato dela possibilitar o conhecimento da física. De certa forma pode-se compreender que esta motivação seja algo importante tendo em vista que a física trabalhada nas escolas ainda guarda muita distância em relação às condições básicas de entendimento do aluno. Por outro lado, há de se levar em conta que exatamente para justificar a sua necessidade de existir perante aos alunos é que a física precisa estar a serviço de uma compreensão mais globalizada de mundo. Nesse sentido, constatamos também que há pesquisas com estes objetivos, embora muito poucas se dirijam à EJA.

Apesar de se constatar esse avanço das pesquisas no ensino de astronomia, o tema ainda é pouco explorado na EJA e, no que se refere ao Ensino Médio, desta classe, não se encontrou nenhum trabalho relacionado ao tema. O que poderia ser diferente, visto que a EJA do ensino médio é uma modalidade de ensino que acontece predominantemente à noite, num momento propício à visualização dos astros. Também seria desejável que a observação do céu acontecesse em período normais de aula, o que é possível na realidade da EJA.

Na ausência de pesquisas de Astronomia na EJA do ensino médio, uma via de recorrência são os projetos de ensino de física destinado à este público como Novo Telecurso e o ENCCEJA.

No Livro de física do Novo Telecurso para o ensino médio, a astronomia se apresenta de forma tradicional em tópicos que estudam a luz (principalmente eclipses e ano-luz). Na aula 12 do volume 1, concentram-se explicações sobre Rotação e Translação dos planetas, Fases da Lua e Força Gravitacional, com pouca referência aos astros além do sistema solar. Algo que se assemelha ao que Simões (2008) constatou em sua pesquisa que é o fato da maioria dos livros dedicarem atenção aos modelos gravitacionais em que se exploram basicamente objetos do Sistema Solar. Também é notório que estes assuntos são direcionados para compreender os conceitos específicos da física.

Quanto ao ENCCEJA, a astronomia entra principalmente no capítulo intitulado como *conhecimentos físicos e vida atual*. As abordagens sobre o tempo, espaço e velocidade, descrevem essas grandezas como conceitos universais que são utilizadas para medir os ciclos naturais e tamanhos que vão das minúsculas às imensas estruturas do universo. Como foi dito,

o ENCCEJA está focado numa metodologia de ensino por competências. No livro de Ciências da Natureza e suas tecnologias a astronomia não se configura como temática central tal como sugere o PCN+. Apesar disso, há sempre um nível de articulação entre os conceitos apresentados que permite relacionar a astronomia às diversas abordagens de natureza humana científica e tecnológica presentes no livro.

No que se refere aos livros dos principais programas destinados à EJA do ensino médio, a astronomia não constitui como um tema estruturador. No PCN+, além de sugerir o tema Universo, Terra e Vida, há uma especificação deste assunto em subunidades como Terra e sistema solar; o universo e sua origem, compreensão humana do universo. Assuntos que exigem competências, dentre as quais destaca-se a de “reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.” (BRASIL, 2002, p.76).

Isso indica que assuntos sobre espaço e tempo que normalmente introduzem a cinemática nos livros de física, podem utilizar *ordem de grandeza* com esse caráter abrangente, no sentido de *situar a vida no universo*. Assim, ao serem contextualizados, os conteúdos da física possibilitam compreender e expressar melhor os conhecimentos sobre o universo com importância para a vida e o prazer que se têm em aprender mais sobre o céu.

Portanto, a astronomia pelo aspecto motivacional para outros conhecimentos, mas principalmente pela condição de oportunizar aos alunos um maior conhecimento de mundo, é sempre importante para ensino de física e deve ser vista como uma alternativa à EJA em contraponto às adaptações que fazem desse curso um mini-ensino regular. Há razões que justificam a abordagem de temas de astronomia na EJA do ensino médio. Primeiro porque, o vínculo histórico da EJA com a formação do ser humano, exige que se possibilite nestes cursos uma educação científica capaz de propiciar uma maior leitura do mundo moderno, cheio de informações sobre o universo e tecnologia a ele associado. Em segundo lugar, porque nenhuma outra modalidade de ensino público possui as condições de exploração do céu noturno em período de aula como se apresenta na EJA. Sendo assim, o ensino de física na EJA/médio carece de uma atenção maior no que se refere à produção de materiais didáticos de astronomia, pois a inserção desses assuntos na escola se justifica, não só pela riqueza do conteúdo científico que apresenta, mas pela sua natureza envolvente e conectiva que suscita o diálogo e a transividade através das diversas áreas do conhecimento.

5 CONSTRUÍDO O CURSO

A elaboração do curso de astronomia para EJA foi um processo caracterizado por difíceis escolhas e por constantes reflexões sobre os delineamentos que ia se constituindo durante o trabalho. Neste momento torna-se mais clara a importância do que se “deleta” enquanto se constrói, visto que se trata de refletir sobre a idéia original. Uma demonstração disso é que, um pensar mais imediato, levou a um entendimento de que seria fácil produzir um curso de física através de assuntos mais amplos. Esta concepção original possibilitou a criação de uma proposta que, com fragilidade de embasamento teórico, foi abandonada em sua íntegra e reconcebida numa perspectiva de utilizar a astronomia no ensino de física para compreender o mundo atual.

O esboço da proposta inicial consistia de 4 tópicos da física que foram escolhidos com base na relação que tinham com a astronomia: Tempo, Espaço, Luz e Gravitação. Com a intenção de produzir um texto para o aluno da EJA, com o perfil de trabalhador, a estratégia associava ciclos naturais, como dia, mês, ano e suas estações, à rotina do trabalho humano na Terra. Na seqüência, eram construídas atividades para a localização linear, plana e espacial dos objetos. Em todas as atividades havia a intenção de se relacionar o espaço-tempo próximo ao espaço-tempo distante. No *Anexo A* encontram-se rascunhos de 10 atividades de um pré-testes criado para reconhecer as dificuldades dos alunos no que se refere à percepção espacial. Apesar de objetivar o desenvolvimento desta leitura espacial do mundo, havia enormes distanciamentos entre a relação pretendida. Por exemplo, a atividade 6 foi criada com a intenção de que o aluno percebesse o movimento de Rotação da Terra a partir da relação com o movimento dos ponteiros do relógio, ignorando, por outro lado, que a astronomia para o aluno da EJA tem muito mais sentido quando se refere às questões que o confrontam com o tamanho do universo e sua origem.

As atividades do pré-testes foram montadas para direcionar a elaboração do curso, mas, ao não serem aplicadas aos alunos, acabaram por subsidiar fragilmente a elaboração da primeira proposta cujas falhas foram reconhecidas somente após a sua conclusão. Os exemplos utilizados neste texto forçavam uma leitura científica do cotidiano que se configurava como uma situação irreal. Construções do tipo “Mediu as sombras de uma vareta, fixa na Terra, através da janela de sua casa. Notou que a sombra faz um movimento de vai-e-vem completo ao longo de 365 pores do sol”, não constitui uma ação comum de trabalhador.

Apesar da beleza da intenção de se propiciar conhecimentos espaciais do mundo, a proposta era imposta numa lógica do conteúdo da física que a distorcia da realidade vivencial dos alunos para justificar a aplicação de conceitos específicos da mecânica, seguindo um encadeamento linear dos tópicos. Isto resultou, por outro lado, num curso muito extenso que seria incoerente com o currículo compacto da EJA.

Esta atenção em relação ao que se escreve e a quem se escreve tornou-se mais evidente quando, em outro momento, pôde-se interpretar a crítica de Paulo Freire (1981) quando ele comenta o conteúdo vazio da expressão “Ada deu o dedo ao urubu” retirada dos textos produzidos para a Alfabetização de Adultos na década de 60. O autor faz uma discussão sobre a importância do conteúdo semântico da palavra, ressaltando que não há nenhum lugar do mundo onde se saiba que alguém tenha dado o dedo a um urubu.

Portanto, a formulação ingênua dos problemas, e mais ainda, a longa extensão da proposta tornaram difícil simplesmente mudar o texto. A existência dessas falhas centrais teve como consequência o abandono por completo do que havia se constituído até aquele momento.

Por outro lado, a desconsideração do texto não significou um desfazer por completo da suas idéias. Por isso que, em outra fase de elaboração seguiu-se uma mescla de atividades onde os objetivos não estavam ainda muito claros. Algumas tinham propósitos mais amplos e outras se focavam na linguagem tradicional da mecânica. Nesta etapa, chegou-se a abortar atividades em seu processo de construção. O assunto do qual se trata, é sobre satélites e está detalhado no *Anexo B*. Iniciando com uma atividade sobre a orientação das antenas parabólicas, encaminharam-se outros assuntos como o lançamento de satélites e lançamentos de objetos na superfície da Terra, onde se procurou mostrar, através de um modelo, a progressão da idéia de gravidade local para a espacial. Esta atividade aprofundou-se em equações de composição de movimento e lançamentos do tipo Canhão de Newton. Apesar de reconhecer a importância deste tipo de abordagem, ela precisou ser excluída antes mesmo da sua formatação final visto que estava tendo desdobramentos muito extensos, fora do que previa o curso.

Com o convencimento de que o curso deveria aproximar-se mais do que recomendam os PCN+ na área de física, principalmente no que se refere ao tema Universo, Terra e Vida, tornou possível a criação de uma nova proposta. Naturalmente, o encontro com o desafio do que ensinar em física na EJA revelou, naquele momento, a necessidade de opções baseadas em atividade de exploração do céu no espaço escolar, tendo em vista que a EJA acontece durante a noite.

Trabalhos que tratam da observação do céu devem alertar para o fato de que ele é dinâmico e por isso deve sugerir alternativas de objetos celestes para a visualização. Daí que, nesta etapa de construção do curso houve um entendimento de que seria mais interessante que o professor reconhecesse estas possibilidades e explorassem-nas de acordo com o espaço celeste local. Por isso, nesta nova formatação do curso houve um redirecionamento do texto que passou a ser dirigido para os professores, conforme o entendimento de que assim propiciaria complementações e adaptações dentro da realidade de cada escola.

Também foi levado em conta o fato da 1ª série dos cursos de EJA ser uma etapa em que os alunos têm o primeiro contato com a disciplina específica de física, o que tornou sugestivo a aplicação do curso nesta etapa inicial do ensino médio. A escolha se baseia no fato de que os conteúdos de mecânica, trabalhados de forma muito específica no primeiro ano do ensino médio, é uma experiência traumática para os alunos da EJA. Era preciso introduzir a física como uma ciência da natureza e, portanto, universal.

Assim o curso foi redirecionado aos professores de física da EJA, visando sua aplicação no espaço curricular entre o início e o que se entende classicamente como cinemática, na primeira série do ensino médio.

Neste momento, tornou-se necessário estabelecer ainda um cronograma mais realista para a aplicação do curso, observando as limitações do currículo da EJA. Assim, restringiram-se as atividades ao total de 7, distribuindo-nas em 13 horas de duração, baseado no fato de que são destinadas apenas duas aulas semanais para a disciplina de física da primeira série da EJA.

Como cada hora-aula⁵ dura 50 minutos, este curso com 13 horas-aula, aplica-se em sete semanas. Isto equivale à 17% da carga-horária do período relativo à primeira série da EJA que é de 80h-a para física. Em 17% da carga-horária, o currículo tradicional nesta modalidade de ensino prevê o estudo de operações com potência de 10 e o estudo de cinemática, onde se gasta muito tempo resolvendo exercícios de movimento uniforme. Portanto, as atividades previstas deveriam contemplar este currículo com entendimento de que elas estivessem inseridas em abordagens mais amplas.

Em termos estruturais, o texto deveria conter as atividades, com seus respectivos temas, seguindo um mesmo formato. Cada atividade teria um item para descrever seus objetivos, outro para fazer os encaminhamentos e um espaço para os comentários onde se abordavam possíveis situações de aprendizagem e sugestões de aprofundamento do assunto.

⁵ Neste caso, a duração da hora-aula leva em conta as atividades complementares dos Cursos da EJA.

Temas com muita afinidade deveriam ser dispostos em partes concatenadas ao tema central. Esta não foi uma forma de enquadramento muito simples, pois em muitos momentos as atividades se afastavam da formatação prevista. Ao tentar construir uma atividade sobre o espaço, por exemplo, os objetivos se misturavam aos encaminhamentos e comentários, revelando uma certa ingenuidade na forma de apresentar a atividade. A distinção dessas categorias foi importante, tanto que, numa fase mais avançada, percebeu-se que seria melhor explicitar todos os objetivos em uma tabela que sintetizaria também os temas e o tempo destinado a cada atividade, o que se constituiu como cronograma do curso.

Os desdobramentos dos temas exigiam uma visão panorâmica do que estava se constituindo. Daí que, numa fase de maior discernimento, organizou-se as atividades em termos de uma construção global.

Primeiro, era preciso que os professores tivessem oportunidade de dialogar com os alunos. Por isso, houve necessidade de se criar uma atividade de abertura do curso partindo daquilo que os alunos já conhecem sobre o céu. Muitas dúvidas surgiram neste momento uma vez que não estava claro o que fazer com os supostos conhecimentos dos alunos. Ao imaginar que digam existir pássaros, Sol, ET e anjos no céu, por exemplo, criou-se um problema: o que fazer com esses elementos? Uma interpretação do Caderno do Professor (SÃO PAULO, 2008) ajudou a perceber que, ao dizer o que existe no céu o aluno expressa não só elementos concretos de base científica, mas também elementos de crença pertinentes à sua cultura. Como, estes últimos não são mensuráveis quanto as suas dimensões espaciais, encontrou-se aí uma forma de distinguí-los dos outros quanto à sua natureza comprobatória. Daí que se constituiu a primeira atividade do curso, intitulada “o que existe no céu”, para que o professor possa explorar os conhecimentos dos alunos e começar a apresentar as primeiras noções de espaço.

Textos introdutórios que exploram o conhecimento dos alunos são comuns no GREF. No volume 1, por exemplo, os autores solicitam que os alunos listem tudo aquilo que está relacionado à mecânica para em seguida aprofundar estes conhecimentos. O livro do professor, do Telecurso 2º grau também serve como referência na construção desse tipo de atividade. Nele os autores apresentam a importância do trabalho com a linguagem visual dos alunos. No curso em construção, esta idéia se apresenta na forma de registro sobre o que os alunos “viram” o que “ouviram” ou o que “sentiram” em relação ao céu.

Como forma de dar seqüência à atividade, os objetos mensuráveis deveriam ser organizados, pelos alunos, em tamanho e distâncias diferentes. Nesta parte, a sugestão era que os alunos dimensionassem os objetos celestes que sugeriram. Um resultado esperado era que

as dimensões fossem representadas de forma distorcida pelos alunos cuja tendência seria enxergar os objetos a uma mesma profundidade no céu. Onde estariam o Sol e a Lua em relação a Terra? Qual seria o tamanho desses astros? Todos estes problemas foram previstos para que seus desdobramentos possibilitassem visões das diferentes proporções em que os objetos se apresentam realmente no céu. Neste momento, o conhecimento da física foi introduzido para melhor representar o tamanho e as distâncias das coisas no espaço, através da necessidade do uso de escalas, regra de três e ordem de grandeza.

Ao construir uma atividade sobre o espaço, pensou-se na apresentação do Universo, do micro ao macrocosmo. Como a primeira atividade tratou de situar macro-objetos, havia necessidade de se mostrar a sua escala de composição microscópica. A partir daí foi que se teve a idéia de encaminhar a apresentação de slides com os modelos de estruturas do universo entre o extremamente pequeno e o intensamente grande. Contudo, havia dificuldades em se fechar esta atividade por falta do que sugerir ao professor, em termos de sua avaliação. Nesta fase ainda havia uma compreensão de que avaliar seria aplicar um questionário ou formular exercícios específicos de física para serem respondidos. Entendendo que os PCN+ recomendam a elaboração de comunicações como forma de desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos, notou-se que a sugestão de elaborar textos seria uma estratégia interessante, visto que o professor teria condições de perceber a desenvoltura dos alunos no uso de expressões do campo científico.

Desta forma, constituiu-se a atividade 2, “Espaço-Tempo”, com a intenção de aprofundar a noção de localização cosmológica do aluno. Neste texto, sugere-se aos professores uma exibição de slides numa viagem que vai do micro ao macrocosmo e, logo em seguida, propõe-se o encaminhamento da construção de um relatório sobre o que os alunos assistiram. Nesta mesma atividade encaminhou-se a releitura do calendário cósmico de Carl Sagan através do qual o aluno também deve se situar no tempo utilizando instrumentos de cálculos com potência de dez.

Uma vez apresentado o universo em sua amplitude espacial e temporal, a questão que se colocava era: como medir distâncias nessa imensidão? Por isso, a outra parte da atividade “espaço-tempo”, apresentou-se como uma construção em que foi necessário abordar o conceito de ano-luz. Ao tratar desse assunto era preciso falar da velocidade da Luz. O problema é que este não é um fenômeno simples de ser percebido. Por isso, pensou-se na simulação que associava a demora do percurso de um sinal de celular com a limitação da velocidade da luz. A formulação desta atividade pressupõe que haja o entendimento de que a luz gasta tempo para ir de um ponto a outro do espaço e que pode ser usada para expressar

distâncias no universo. Para essa compreensão, utiliza-se a equação de movimento uniforme em que as distâncias astronômicas são convertidas, por exemplo, de km para ano-luz.

Algumas leituras sobre o espaço e o tempo, quando não dizem respeito à física moderna, aparecem em livros didáticos da área de forma separada dos assuntos ligados à astronomia. Este conteúdo é abordado na introdução ao estudo da cinemática nos livros tradicionais e se resume na transformação de unidades de medidas de tempo, distância e de velocidade. A construção da atividade dois passou por esta tendência até se aprimorar no sentido do que apresenta o ENCCEJA que, como já se mostrou, utiliza não só cálculos de transformação, mas faz uma discussão mais ampla sobre o tempo e as distâncias no universo.

Até a construção destas duas primeiras atividades havia um entendimento de que sempre seria necessário mostrar algum tipo de cálculo no desenvolvimento do tema. Daí que uma mudança de concepção foi necessária para elaborar a atividade 3, “Construindo uma constelação”. O desenvolvimento deste tema também não foi uma construção simples. Havia muito que falar sobre constelações. Desta forma, priorizou-se a constelação de Orion por ser um objeto celeste de fácil observação, uma vez que contém as populares *Três Marias*. Uma pesquisa sobre a constelação de Orion revelou que ela faz parte de uma constelação indígena, conhecida como o Homem Velho. Percebendo que uma mesma região do céu poderia ser mapeada de forma alternativa por diferentes culturas, entendeu-se que seria importante mostrar para o aluno esta dimensão cultural do espaço celeste. Portanto, ainda que não tivesse cálculos, esta atividade cumpriria a função de apresentar a ciência como uma construção humana, resultante de inúmeras contribuições culturais.

A atividade foi se constituindo de encaminhamento sobre a simulação de uma constelação, apresentação de algumas constelações, leitura e interpretação de um texto pelos alunos. No seu desenvolvimento comentava-se sobre algumas constelações ocidentais e a forma como retratam a cultura dos povos que as descobriram. Em outro momento, sentiu-se que era preciso falar também dos conceitos científicos introdutórios sobre estes objetos celestes. A constelação indígena brasileira conhecida como o “Homem Velho” foi sugerida para mostrar as visões alternativas desses objetos celestes e a história capaz de ser compreendida a partir deles.

Esta forma de apresentar a ciência como produto da atividade humana não é uma coisa nova. O ENCCEJA, por exemplo, dedica um capítulo do livro do aluno para mostrar a ciência como construção humana. O texto enfatiza que foram necessários muitos séculos para que a humanidade fosse capaz de explicar “o porque do dia e da noite”. Essas idéias ficam mais claras no texto de Afonso (2006) onde as constelações indígenas brasileiras são apresentadas

para ilustrar o conhecimento astronômico dos índios e discutir aspectos de sua cultura. Este documento serviu como referência para a criação desta atividade que mostra a ciência como resultado de contribuição coletiva da humanidade, resultante da diversidade cultural e aproxima-se do que Reis, Souza e Bisch (2007) propõem no seu estudo sobre reconhecimento do céu.

Uma forte influência que havia nos primeiros esboços do curso era a de escrever um texto visando desenvolver a concepção de espaço do aluno. Esse tipo de abordagem foi contemplada na atividade 4, “Localizando o Cruzeiro do Sul” que remeteu aos conhecimentos sobre a distância dos astros em profundidade tratadas na primeira atividade. Muitas pessoas têm a percepção de que o céu é como um planisfério (abóbada celeste) onde se localizam todos os corpos celestes. Os alunos pouco articulam o que vêem com o que estudam. Por isso, sugeriu-se a atividade como forma de orientar a construção de uma maquete para que os alunos percebam a configuração espacial das principais estrelas desta constelação.

Durante a estruturação dessa atividade realizou-se a montagem da maquete do cruzeiro do sul para perceber as dificuldades de sua construção e comentá-las no texto dirigido ao professor. Neste caso, percebeu-se, por exemplo, que as distâncias pesquisadas deveriam ser representadas por canudinhos de papel presos a uma base de isopor. Em seguida, encaminhou-se um texto apresentando as estrelas do Cruzeiro do Sul e orientando a confecção da maquete em que suas distâncias, em ano-luz, foram convertidas para centímetros.

A prática foi estruturada com a intenção de desenvolver a percepção espacial dos alunos. Este tipo de construção tem afinidade com o que Leite (2006) defende em sua tese de doutorado. Com abordagem mais profunda, ela apresenta uma série de atividades que visam desenvolver elementos de espacialidade, destacando as dificuldades que os professores têm quanto à falta de coordenação do conhecimento científico e de elementos como proporções e mudanças de perspectivas. Sabendo das dificuldades que os professores tem em relação à essa questão, procurou-se apenas distinguir a questão da profundidade das estrelas em relação à Terra. Para isso, foram comentadas as possíveis contribuições da atividade 4 na compreensão do aluno sobre a localização dos astros no espaço.

Diante do que já se expôs sobre o funcionamento noturno da EJA, entendeu-se que a inserção de uma atividade de observação do céu deveria sintetizar as propostas anteriores numa dimensão prática. Uma atividade de observação do céu também possibilitaria explorar outros ambientes da escola, uma vez que a exposição do conteúdo de física ocorre comumente no espaço da sala de aula. A idéia de observar o céu no pátio da escola, as aulas no laboratório

de informática e outras práticas do gênero ampliariam esta possibilidade, tornando possível a visita em outros ambientes, além da sala de aula.

A evolução desses entendimentos possibilitou a construção da atividade 5, “observando o céu”. Num primeiro momento, pensou-se em escrever um roteiro de uma atividade prática de observação do céu no qual os professores conduziriam os alunos até o pátio para mostrar-lhes os astros. Porém, achou-se mais adequado dividir a atividade em três partes: preparação, observação e confecção de relatórios. Primeiro, encaminhou-se a simulação de uma observação do céu antes da prática propriamente dita. A intenção é que os alunos aprendessem a utilizar corretamente a carta celeste, simulando a localização das constelações e astros explorados em outras atividades. Após este ensaio, encaminhou-se a atividade de observação direta do céu, no pátio da escola. Para fechar o texto sugeriu-se a confecção de relatórios com a idéia de que os alunos expressassem o novo conhecimento experimentado, exercitando a sua capacidade argumentativa. Nesta fase já havia se consolidado o entendimento de que, além de fazer cálculos os alunos deveriam se comunicar com maior embasamento.

A observação do céu como atividade *balizadora* dos temas de trabalho na escola é sugestão dos PCN para o ensino fundamental que em seu texto manifesta o desejo de que sejam trabalhadas as questões espacial e temporal, a localização de diferentes constelações ao longo do ano, bem como planetas visíveis à olho nu. Os PCN+, por sua vez, não vêm problemas que o tema Universo, Terra e Vida seja trabalhado na primeira série do ensino médio. Apenas salienta que, neste caso, o tratamento mais adequado deve partir, por exemplo, da observação e tomar como referência os fenômenos que no dia-a-dia revelam os movimentos da Terra em torno do Sol.

Nesta etapa de elaboração do curso, tentou-se uma retomada da atividade sobre satélites para explorar a física de lançamento desses objetos e compará-la aos lançamentos de pequenos objetos na superfície da Terra. A motivação para tratar deste tema consistia na possibilidade de apresentar as equações de composição dos movimentos horizontal e vertical, agora numa perspectiva muito mais de instrumento para se compreender a abrangência dos movimentos orbitais dos astros. Havia, contudo, um dilema imposto pela delimitação da proposta: não dava tempo de trabalhar este assunto e ainda explicar o Sistema Solar que se fazia necessário. A opção pela atividade 6, “O sistema Solar”, levou em conta o fato de que este assunto estava mais de acordo com os outros temas.

Muitos alunos não se sentem estimulados à pesquisa bibliográfica. Pensando assim, ao invés de sugerir que o professor explique o Sistema Solar com figuras dos astros, o melhor

seria envolver o aluno nessa atividade, através da responsabilidade de ter que representar com o próprio corpo esses objetos celestes. Logo, o desenvolvimento do tema deveria partir de uma simulação corporal feita pelos próprios alunos que assumiriam o papel de algum astro do Sistema Solar. A idéia é que, motivado pelo papel conferido a eles na apresentação, os alunos pesquisassem mais sobre a constituição dos astros e suas características físicas como, por exemplo, forma de movimento, incidência de luz e classificação astronômica.

Com a difícil tarefa de concluir o curso sem passar a impressão de que ali deveria encerrar a astronomia, elaborou-se a atividade 7 intitulada “Tem alguém aí?”. A construção desta atividade deixaria uma questão em aberto: será que estamos sozinhos no universo? Era preciso discutir as possibilidades de existência de vida em outros mundos. A intenção era que a astronomia não fosse vista como conhecimento esgotado, mas sim como um conhecimento em construção onde existe espaço para o debate. Ao abordar esse tema controverso, procurou-se fornecer elementos para que o professor estimulasse a participação do aluno através da leitura de um texto em que uma mensagem foi transferida para uma região do espaço. O aluno realizaria alguns cálculos para perceber que a viagem da mensagem gastou mais de que meio século. Os cálculos, utilizando “regra de três” deveriam ajudar na justificativa de algumas das condições de existência de vida em outros planetas. Com isso, o professor teria elementos para discutir a limitação tecnológica para a comprovação da existência de vida em outros mundos e questionar quais seriam outros obstáculos além destes. O objetivo era que o aluno se posicionasse com clareza e que compreendesse a forma como a ciência trata o assunto.

Esta visão geral das atividades possibilitou reconhecer a consistência do curso em termos dos pressupostos de alfabetização científica para a EJA e de uma proposta fundamentada no diálogo. Reconhecendo o professor como leitor da proposta, não faria sentido elaborar textos que fossem verticalizados no sentido de fornecer ao professor um conhecimento que não tem. Daí que ao invés de apresentar uma proposta neutralizadora do conhecimento do professor de física, pensou-se em escrever um texto com alternativas de trabalho que contemplem a necessidade de se mostrar o conhecimento da física, mas num contexto em que isso seja realmente útil para uma compreensão mais geral do mundo natural.

Como um trabalho voltado ao professor da EJA, o curso não deixa de lado as dificuldades vivenciadas pelos mesmos no que se refere às peculiaridades desta modalidade de educação. Como foi dito, o tempo que se destina à EJA nos currículos de ensino médio é menor do que o dos currículos de ensino regular, isso aumenta a preocupação dos professores sobre o que ensinar. O que agrava a situação é a idéia de que não se pode perder tempo nesses

curso, ou seja, tem que ir direto ao assunto. Daí a preocupação em elaborar a proposta dentro de uma carga horária coerente com a que se destina a EJA.

A distribuição do curso em atividades constitui-se como uma maneira de melhor orientar o trabalho do professor no encaminhamento dos temas e, longe de uma coisa acabada, há sempre um nível de liberdade para que possa planejar e realizar as suas aulas. O desenvolvimento dos temas, através de encaminhamentos, surgiu pela necessidade de tornar mais claras as sugestões de abordagens do conteúdo da astronomia.

Sobre o desenvolvimento do curso, chegou-se à conclusão de que não seria suficiente propor uma atividade sem que se comentem os seus propósitos e seus possíveis resultados. Por isso, no item “comentários”, além de complementar os encaminhamentos, há algumas reflexões pedagógicas sobre os mesmos para que o professor tenha condições de fazer uma leitura mais crítica do que está sendo proposto e por que está sendo encaminhado daquela forma. Naturalmente, o que se espera do aluno quanto à busca é, em potencial, o que se espera do professor quanto à pesquisa sobre o assunto com o qual vai trabalhar. Dessa forma, sugerem-se algumas fontes virtuais e literárias onde o professor deve encontrar tanto recursos para a realização das aulas quanto para a sua compreensão maior sobre o assunto.

Encaminhar uma atividade, antes de tudo, tem uma conotação pedagógica de sugerir ao professor a melhor forma de apresentar o conteúdo. Nesse sentido, há um problema, pois freqüentemente os professores dessa área são tentados a explicar diretamente o conteúdo específico da física, através de aplicações das fórmulas ou apresentação direta de seus modelos ideais. Dada a especificidade dos assuntos, esse tipo de abordagem, ao invés de trazer o aluno para a discussão, acaba por desestimular a sua participação durante a aula. Assim, a aula de física se transforma em verdadeiro monólogo onde somente o professor fala e os alunos, quando muito, ouvem.

Do ponto de vista educacional, entretanto, a relação ensino-aprendizagem envolve obrigatoriamente a participação tanto do aluno como do professor; ou seja, uma interação mediatizada pelo problema que está sendo estudado, da qual decorre o diálogo (DELIZOICO; ANGOTI, 1992, p.25).

Tomando distância dessa realidade a qual, no processo de construção do curso, se pôde compreender melhor, torna-se possível organizar as atividades em construções mais participativas com discussões em grupo, análise e interpretação de textos, elaboração de comunicações, manifestações corporais e confecções de modelos. Por outro lado, a abordagem sobre objetos celestes dentro de um enfoque científico-cultural evidencia a importância que deve ser dada ao contexto das descobertas científicas, tratando-as como

construções históricas. Na elaboração das atividades, leva-se em conta, também, que a ciência tem uma forma mais rigorosa de lidar com o mundo associada à investigação e compreensão dos problemas em sua essência. Assim, os assuntos são articulados e estruturados de acordo com objetivos que estabelecem relações com outras áreas além da física. Nesta fase de aprimoramento da proposta, os PCN+ foram elucidativos, sugerindo que:

Para permitir um trabalho mais integrado entre todas as áreas de Ciências da Natureza, e destas com Linguagens e Códigos e Ciências Humanas, as competências em Física foram já organizadas nos PCN de forma a explicitar os vínculos com essas outras áreas. Assim, há competências relacionadas principalmente com a **investigação e compreensão** dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da **linguagem física e de sua comunicação**, ou, finalmente, que tenham a ver com sua **contextualização histórico_e social**. (BRASIL, 2002, p.62).

Com base nessas orientações, as atividades foram articuladas em situações mais concretas do trabalho docente. Neste nível de entendimento, chegou-se a um texto preliminar que se aproxima do curso proposto no capítulo 7, do qual se pode ter uma visão geral através de um quadro temático (quadro 8) contendo os objetivos e o tempo de execução de cada atividade.

ATIVIDADE	C.H.	OBJETIVOS
1 – O que existe no céu	2 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Adquirir as primeiras noções de pequeno e de grande em escala astronômica a partir de comparações de objetos visíveis no céu. → Fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de comparar o tamanho da Terra com outros objetos, adquirindo uma primeira visão geral do espaço. → Realizar cálculos cujos resultados permitam situar os objetos em relação à distância e tamanho em relação à Terra.
2 – Espaço-tempo	3 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Propiciar aos alunos uma visão cósmica do universo como forma de se situar em suas dimensões espaciais e temporais. → Articular modelos e teorias que os explicam no espaço e no tempo, situando-se quanto as dimensões micro e macrocósmica do universo. → Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos, apresentando com clareza e objetividade suas considerações e fazendo uso apropriado da linguagem da Física.
3 – Construindo uma constelação	1 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Reconhecer nas constelações do Homem Velho e de Órion um exemplo de como diferentes culturas possuem aptidões para desenvolvimento da astronomia. → Compreender o conceito de constelação como construção do ser humano a partir de suas relações com o céu. → Interpretar texto e imagens que articulem conceitos de natureza científico-culturais sobre as constelações.
4- Localizando o Cruzeiro do Sul	1 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Desenvolver a noção espacial de constelação através da montagem de uma maquete do Cruzeiro do Sul. → Descrever as principais estrelas da constelação do Cruzeiro do Sul.
5- Observando o Céu	3 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Reconhecer astros e constelações numa carta celeste manuseando-a corretamente para localizar objetos no céu segundo a orientação dos pontos cardeais. → Sistematizar objetos celestes a partir da observação direta do céu com auxílio de uma carta celeste. → Elaborar relatório analítico, apresentando e discutindo dados e resultados da observação do céu.
6-O sistema Solar	2 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Caracterizar objetos do Sistema Solar a partir de representação corporal, identificando as suas grandes regiões e a localização dos astros em torno do Sol. → Reconhecer os fenômenos de dia e noite como consequência dos movimentos de rotação e translação dos planetas.
7-Tem alguém aí?	1 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Estabelecer condições de incerteza da existência de vida em outros planetas. → Ler e interpretar texto científico identificando a questão em discussão para embasar opinião sobre temas controversos.

Quadro 8: Cronograma do curso

Fonte: Elaborado pelo autor

Há de se questionar ainda qual é o conhecimento da física presente neste trabalho, o que se faz necessário esclarecer. A proposta apresenta potência de 10, escalas de tempo e espaço, regra de três, equações de movimento uniforme, além de outros conceitos físicos sobre o universo. Porém, um sentido comum a todas as atividades é que a física presente no texto se encontra envolvida por discussões mais amplas e se constitui como importante instrumental para a compreensão dos assuntos abordados. Este entendimento é coerente com o que sugere o PCN+, quando diz que a física precisa estar associada à alguma forma de propiciar aos alunos a ascensão dos seus conhecimentos para que eles possam ver, compreender, admirar e expressar o universo que ainda desconhecem.

Portanto, ao elaborar o curso, um processo de constante reflexão permitiu, em dados momentos compreender e rejeitar idéias e, em outros, compreender e incorporá-las ao que ia se constituindo. Ao tornar-se mais inteligível, procurou-se mostrar também que a metodologia utilizada na concepção deste trabalho não se trata de uma banalização do conhecimento ou perda de tempo com superficialismos. Desta forma, o texto produzido encontra-se em sintonia com as propostas educacionais modernas, mas como objeto inacabado, torna-se necessário submetê-lo à avaliação dos professores aos quais deve retornar como um Curso de Astronomia para EJA.

6 AVALIANDO A PROPOSTA DE CURSO

Para se fazer uma avaliação do curso elaborado houve, inicialmente, muita dificuldade que foi compreendida mais tarde como desafios próprios da atividade de pesquisa. Em suma, o trabalho delinea-se com o objetivo de submeter à avaliação de professores de física a proposta de ensino de Astronomia para a EJA do nível médio. Nesta fase, procura-se apresentar o processo avaliativo desde os primeiros momentos de contato com esses professores, passando pela aplicação do curso, até os momentos em que se dá a análise minuciosa das informações obtidas acerca do que foi proposto.

6.1 Primeiros contatos com os professores

Inicialmente, foram contatados cinco professores de física da cidade de Teófilo Otoni com o propósito de que eles analisassem e aplicassem o curso de astronomia em suas turmas de 1º série da EJA. O entusiasmo desses professores dava como certo que tal aplicação não seria um obstáculo. Assim, foram agendados encontros para apresentação da proposta e orientação de sua aplicação em sala de aula. A partir desse momento, os professores começaram a apresentar dificuldades para a efetivação do trabalho. A argumentação comum entre eles era a falta de tempo para ler o material, além de alegarem que a atividade era extensa para o curso da EJA. Verificou-se ainda que eles tinham certa resistência em abrir mão do currículo que já haviam preparado ou que já tinha em mente trabalhar. Diante disso, após muita insistência, apenas duas professoras se comprometeram em trabalhar com a proposta. Mesmo assim, após a programação do início das atividades, houve constantes adiamentos, muitos deles justificados com questões externas como reuniões, licença e até período de férias escolares.

As dificuldades apresentadas nessa primeira tentativa de avaliação levaram ao esboço de nova estratégia para a avaliação do curso. Desta vez, optou-se pela aplicação da proposta, tendo como público alvo os próprios professores. Nesta mudança de rumo, os professores deveriam assistir ao curso de formação continuada e avaliar a proposta de ensino de astronomia frente à possibilidade de sua aplicação em sala de aula. Mesmo tomando esse caminho, ainda houve desencontros e não foi fácil achar professores dispostos a participar. Era um período de férias escolares e muitos deles já tinham outros compromissos. Encontrar

professores que se dispõem a avaliar um novo material talvez seja um dos grandes desafios das pesquisas que envolvem a participação de docentes que estão em sala de aula.

Após contato com professores que trabalhavam com as disciplinas de Física e Ciências, na EJA, foi possível agendar a participação com apenas 4 docentes dos quais três eram professores de Física da EJA do ensino médio e uma era professor de Ciências da EJA do fundamental. Ainda em relação aos professores de Física, dois deles trabalham com a EJA e um havia trabalhado com a EJA recentemente. Em relação à modalidade do curso de EJA e à localização física da escola, um professor de Física lecionava em curso semipresencial e o outro leciona em escola referência, presencial, ambos em escolas localizadas no centro da cidade. Os dois professores do curso presencial, um de Física e outro de Ciências, trabalham em escolas localizadas em regiões periféricas da cidade. Considerou-se que essas diferenças dos professores participantes na avaliação, em relação à formação do professor, localização e modalidade da EJA, seriam elementos importantes para a avaliação do curso, principalmente sobre a sua aplicabilidade.

A avaliação da proposta do curso de Astronomia realizada pelos 4 professores constou de 3 etapas. A primeira foi a realização do curso de formação continuada com o desenvolvimento das atividades apresentadas no texto elaborado para o professor, acompanhado pela observação sistemática do professor aplicador/pesquisador. A segunda etapa foi uma avaliação do curso de astronomia por parte do professor participante, após o término do curso, através de uma entrevista. A terceira foi a redação de relatórios feitos pelos professores, indicando os aspectos gerais e específicos, além de propostas de mudanças em cada uma das atividades.

6.2 O curso de formação continuada

A aplicação do curso de formação continuada, em função da não existência de horários comuns entre os 4 participantes, ocorreu em duas etapas. Na primeira aula, relativa à primeira parte do curso de Astronomia, compareceram o professor A (de Física) e o professor B (de Ciências). No dia seguinte apresentou-se o mesmo trabalho para o professor C (de Física) e na semana que se seguiu, o trabalho foi levado à diante com os professores A,B e C juntos. Na outra semana seguiu-se o mesmo roteiro com o professor D (de Física).

Conforme foi combinado, os professores A e B compareceram ao local e se dirigiram até uma sala de aula com recursos de quadro e giz onde, após momentos de descontração, explicou-se o porquê da escolha do tema Astronomia para EJA. O curso foi apresentado em termos de seus objetivos, atividades e tempo de enquadramento, através de um cronograma. Em seguida, procurou-se conduzir as atividades sugeridas no texto como os encaminhamentos ali propunham. Na primeira aula, foram apresentadas as atividades 1- O que existe no céu? e 2- Espaço-Tempo. Na segunda aula, dispondo de maior tempo, pôde-se explicar as atividades 3- Construindo uma constelação; 4- Localizando o Cruzeiro do Sul; 5- Observando o Céu; 6- O sistema Solar; e 7-Tem alguém aí? Em geral, discutia-se cada atividade e, logo em seguida, fazia-se uma associação deste trabalho com as suas possibilidades de aplicação em turmas de EJA.

Na primeira atividade, ao serem questionados sobre o que existe no céu, os professores mencionaram uma série de elementos, dentre os quais podemos citar: nuvens, estrelas, Anjos e extraterrestres. Em seguida, procurou-se distinguir estes elementos quanto à natureza comprobatória. A discussão levou a uma classificação distinguindo-se, inicialmente, duas categorias: Objetos que podem ser medidos quanto ao tamanho, elementos que não podem ser padronizados pela ciência. Houve discussões sobre a classificação de ET, onde se julgava a sua existência como objeto de estudo da ciência, mas que imediatamente foi dirimida quando se notou que este não era um elemento mensurável.

Na seqüência, os professores apresentaram o tamanho e as distâncias relativas dos objetos listados. Nuvens foram representadas maiores do que as estrelas e distâncias entre esses objetos também eram distorcidas, sendo que, cada professor representava modelos diferentes para os objetos listados. Ao fazer o seu desenho, o professor A do ensino médio falou sobre posicionamento dos astros, justificando não ser possível representá-los em escala. Por outro lado, o professor B apresentou um modelo em que planetas estão entre a Terra e a Lua. Esse pensar dos professores foi discutido e transposto para a idéia que o aluno teria inicialmente do céu e dos seus elementos.

Em outro momento da aula, diante de uma figura que representava o tamanho do Sol, os professores desenharam a Terra e a Lua em termos de suas dimensões. As representações ficaram fora de escala e foram levadas à comparação com uma figura/solução correspondente ao problema. Ao ver as medidas como elas proporcionalmente são, o professor B mostrou-se surpreso, enquanto o professor A afirmou já ter conhecimento desta prática, mas na versão com bolas de isopor. Trabalho semelhante se deu com a representação das distâncias, porém, neste caso houve dificuldades de se localizar a Lua por que foi utilizada uma régua de 20cm

para representar os extremos entre o Sol e a Terra, situação em que a Lua deveria ser posicionada a pouco mais de 0,5mm.

Depois disso, os professores seguiram para a sala de informática e lá foi apresentada a atividade 2, *Espaço-Tempo*, iniciando com a seqüência de imagens: Realmente Fascinante e Do Micro ao Macro. Sem que se explicasse a apresentação, os professores tomaram frente para apontar que, além do aspecto físico de tamanho das coisas no universo, a atividade possibilita refletir sobre o nosso lugar no universo, a nossa insignificância.

Em seguida, foi apresentado aos professores o calendário didático de Carl Sagan, momento em que foram solicitados para a interpretação do quadro com os seus acontecimentos. Os professores fizeram cálculos, comparando alguns eventos com o tempo de origem do universo. No calendário apresentado, 15 bilhões de anos foram reduzidos à 1ano. A partir daí cada professor calculou a sua idade frente ao universo, como sugere a atividade e obtiveram como resultado alguns irrisórios centésimos de segundos de vida.

Para fechar a programação do dia, continuou-se com a atividade sobre o Ano-Luz. Os dois professores participaram da simulação em que um deveria ligar para o celular do outro. Passaram-se, em torno de 7 segundos entre o momento em que se apertou a tecla do celular e o momento em que o outro celular foi acionado. Posteriormente esclareceu-se que a atividade de ligar para o celular era apenas uma simulação para que se detonasse a discussão da velocidade finita de transmissão do sinal. Fato que foi remetido à comparação com a velocidade da luz e tornou possível fazer alguns cálculos sobre o tempo que a luz do Sol gasta para se chegar à Terra. Logo em seguida discutiu-se o conceito de ano-luz comparando-o à distâncias como a que existe entre a Terra e o Sol.

No dia seguinte, o trabalho até este ponto foi novamente desenvolvido com o professor C que participou da apresentação das atividades 1 e 2. Em geral, os encaminhamentos foram os mesmos e, embora houvesse mais tempo para se mostrar outras atividades, optou-se por fazê-lo na próxima semana, dando continuidade ao curso com os professores A, B e C.

Como previsto, o curso foi retomado com os três professores juntos, na semana seguinte, a partir da atividade 3, onde se apresentou uma figura contendo pontos brancos que simulavam uma imagem do céu. O desafio era enxergar e desenhar qualquer forma percebida. Após um certo tempo, os professores apresentaram os desenhos e, logo em seguida, foram mostrados, na mesma figura, a constelação do Homem velho, de Orion e as partes das quais são formadas. Dai iniciou-se a discussão sobre o que é uma constelação, o que ela representa para quem as enxergavam no céu e como a ciência as define atualmente.

Quanto à atividade 4, de construção da maquete do Cruzeiro do Sul, analisou-se a sua possível aplicação em sala de aula e foi mostrado como se enrolam os canudinhos de jornal necessários para representar as distâncias das estrelas à Terra. Uma maquete previamente elaborada serviu como demonstração da atividade. Ela foi mostrada sob vários ângulos para que os professores observassem as diferentes formas da constelação do Cruzeiro do Sul no espaço.

Em seguida, a atividade 5, que trata da observação do céu, foi apresentada em suas partes. Primeiro, mostrou-se a carta celeste, simulando a localização dos astros na sala de aula. Em seguida, os professores se dirigiram para o pátio da escola e lá foram orientados quanto à observação das constelações do Escorpião e do Cruzeiro do Sul. A proposta inicial era apresentar Orion e o Cruzeiro do Sul que foram as constelações exploradas no texto. Porém, o momento em que foi realizado o curso tornou-se impróprio para a observação desses objetos no céu.

Ao dar continuidade ao curso, através da atividade 6 - O Sistema Solar – foi sugerido aos professores ali presentes que se posicionassem de pé, de forma que um se passasse de Sol e os outros de planetas quaisquer. A representação do Sistema Solar dependia de mais pessoas, o que não foi possível fazê-lo. Mesmo assim, apresentaram-se alguns movimentos corporais, exemplificando a rotação e translação de um planeta, respectivamente, em torno de si e do Sol. Além disso, comentou-se sobre características curiosas de alguns planetas, como Vênus, cujo ano dura menos que 1 dia (dia Vênus).

Fechando a discussão sobre as atividades, abordou-se a existência de vida em outros mundos, conforme previsto na atividade 7. Inicialmente, discutiu-se as limitações tecnológicas de exploração do universo, mostrando, através de alguns cálculos, que a grande distância que nos separa de outras estrelas é fator limitador da comprovação de existência de vida em outras regiões do espaço. Diferentes condicionantes, como presença de água, gravidade, clima, entre outros, foram levantados e discutidos pelos participantes.

Na semana seguinte, o mesmo curso foi aplicado ao professor D, em dois momentos distintos. Apesar de a programação ter este tipo de alternância, buscando adequar-se às possibilidades de comparecimento dos professores, as apresentações seguiram os mesmos encaminhamentos e, de forma geral, conduziram para as diferentes formas de participação dos docentes que manifestaram sua opinião sobre o que foi apresentado.

6.3 A Participação dos professores durante o curso

Entre uma atividade e outra, mas principalmente ao final de todas elas, foram discutidas a adequação do conteúdo às turmas de EJA, forma de avaliar o aluno dentro do que foi apresentado e aspectos sobre o tempo de efetivação da proposta. De modo geral, os professores ficaram à vontade para manifestar pontos de vista, seja sobre uma atividade ou sobre o curso como um todo.

Na opinião dos professores a atividade 1 deve proporcionar aberturas para o diálogo, pois já começa pelo relato dos alunos sobre o que viram no céu. Após fazer alguns cálculos para representar outros astros, os professores fizeram uma observação quanto ao uso da potência de dez, adotada nas escalas, argumentando que este é um fator de dificuldade para os alunos, mas ponderaram que se os alunos não sabem, esta matéria está no currículo e precisa ser ensinada.

Os professores demonstraram interesse durante a apresentação dos arquivos “Realmente Fascinante” e “Do Micro ao Macro”, da atividade 2 e disseram ser possível aplicá-las na EJA uma vez que suas escolas possuem computadores para esse fim. Um aspecto que foi destacado durante a atividade é que ela torna possível um trabalho de mudança de comportamento do aluno, enfatizando valores de respeito para com o planeta no qual habitamos.

Neste momento, os professores também discutiram as possíveis limitações dos alunos com relação à aplicação de regra de três, mas disseram que o fato de calcular a idade própria diante da idade do universo é uma idéia que motiva os alunos. “Eles irão aprender o cálculo não porque gostam de calcular, mas por que querem fazer uma comparação de sua idade com a do universo”, argumentou o professor A. O resultado, na opinião do professor D, deve possibilitar uma sensibilização sobre a nossa existência sustentável na Terra. Segundo ele, “em tão pouco tempo de vida, a humanidade pode destruir coisas que estão aí a milhões de anos”. O professor C, falou que “o calendário pode ser trabalhado de forma interdisciplinar envolvendo professores de matemática, geografia e história”. O professor B apenas achou ser viável a aplicação da atividade na EJA, demonstrando estar surpreso com a abordagem. Em outra parte da atividade, o professor A destacou a presença do conteúdo da física trabalhada nas escolas, quando foi realizado o cálculo do tempo que a luz do Sol gasta para chegar à Terra. Ele argumentou que “esta parte é estudada quando se trabalha o movimento retilíneo uniforme na física”.

Quanto à atividade 3, envolvendo as constelações, alguns professores comentaram sobre seus possíveis resultados nos cursos de EJA. O professor A disse que “os alunos podem se decepcionar quando tentarem enxergar um escorpião ou um caçador no céu”. A professora C entende que é interessante apresentar primeiro as figuras, contar a história que envolve uma constelação e achou que uma observação do céu fica mais interessante quando o aluno sabe da história que envolve essas formas celestes. A professora B argumentou que não sabia sobre o mito das constelações, que muita coisa no curso veio como novidade para ela e concluiu dizendo estar encantada.

A montagem da maquete do Cruzeiro do Sul foi remetida à atividade 1, onde se trabalhou anteriormente com a noção de profundidade, representada pelo tamanho do Sol e uma pessoa ao fundo. Os professores também julgaram ser possível construir a maquete com as instruções ali apresentadas. Um questionamento feito era se as estrelas do Cruzeiro do Sul teriam o mesmo tamanho. Algo a ser reavaliado no texto original que menciona apenas as distâncias.

Enquanto preparavam-se para observação do céu, os professores B e C, admitiram não ter pleno domínio do uso da carta celeste e entenderam que seria necessário mostrar antes como se utiliza este instrumento. A professora B disse que “não sabia utilizar a carta e que se fosse observar o céu com esse mapa ela ficaria perdida do mesmo jeito”. A professora C achou importante a atividade de preparação, e disse que “não adianta ter uma carta celeste se não consegue enxergar as constelações ali”. Ela acha que tanto a atividade de desenhar as constelações como essa atividade da carta celeste, além de colocar os alunos pra pensar, são também uma espécie de preparação para que eles aprendam a ver estas coisas no céu. Os professores A e D, demonstraram mais interesse sobre os programas que possibilitam gerar essas cartas e também entendem que a atividade não é dispensável, mas que seria importante comentar com os alunos que a finalidade das cartas é a observação do céu num dado momento e local, pois corre o risco de ficarem procurando as constelações em épocas diferentes.

Ao falarem sobre a atividade de observação do céu, as professoras B e C, acharam muito empolgante e compartilharam a idéia de que só o fato de sair do ambiente da sala de aula e poder ver um céu estrelado como o que viram já cria um clima bom para aprender. Os professores A e D que inicialmente demonstraram-se menos surpresos, achando que a observação a olho nu tem grandes limitações ao praticá-la, admitiram que todo esse trabalho contribui para a percepção das constelações e que esta atividade é viável nas escolas, mesmo com a iluminação externa. Ainda sobre isso, a professora C acha que se fosse possível levar os alunos para um observatório astronômico ficaria melhor ainda. Por outro lado, a professora

B argumentou que ela já tinha visto Antares na simulação anterior (Realmente fascinante) e que agora pode ver no céu. “... então, isso já é uma grande coisa”, concluiu ela.

Por falta de mais professores, não se pôde fazer a simulação do Sistema Solar com todos os planetas, como previa a atividade 6. O professor D argumentou que, numa simulação como a que foi sugerida, “o aluno pode se dar conta de que estamos viajando à velocidades incrivelmente altas em órbitas em torno do Sol e que estamos girando feito um pião junto à Terra”. Muitos alegaram desconhecer o fato que levou Plutão deixar de ser um planeta como antes se concebia. O Professor A comentou a possibilidade de se discutir as características do Sol, principalmente a reação de fusão nuclear que o torna ativo. Disse que esse assunto seria adequado ao currículo do Estado de Minas Gerais cujo tema no primeiro ano é a Energia.

Quanto à atividade 7 que fecha o curso, o professor D achou que é importante porque deixa uma pergunta no ar e mostra que a astronomia não tem respostas para tudo e que o aluno pode ser esse cientista do futuro que vai buscar algumas dessas respostas. Os demais professores não aprofundaram na discussão, achando apenas que a atividade está ligada à curiosidade dos alunos e que, sendo assim, deve levá-los a participar da discussão. Acharam também que, nesse momento, eles irão misturar a ciência com a religião e o professor precisará ter “jogo de cintura”.

Sobre a avaliação do aluno, uma preocupação notável era com a distribuição de pontos nas atividades. Em se tratando de professores que trabalham em modalidades diferentes de EJA, os critérios tiveram variações diante das especificidades de cada escola. O professor da EJA semipresencial afirmou que o sistema na sua escola dá mais liberdade para avaliar esse tipo de trabalho sem precisar de prova, basta fazer um relatório sobre a participação do aluno em cada atividade. Ponderou apenas que é preciso converter isso em nota. O professor A que trabalha na Escola de Referência falou que o sistema de avaliação dessas escolas está muito atrelado aos Currículos Básicos Comuns (CBC) do Estado e dá pouca liberdade para trabalhar fora disso. Os demais professores falaram que deveria fazer uma avaliação da participação do aluno, mas que era preciso fazer prova, senão eles não entendem que estão sendo avaliados.

Comparando-se as opiniões dos professores desde os primeiros contatos até a aplicação do curso, pode se perceber que o enquadramento da proposta era um assunto controverso. Os professores que inicialmente leram o material mostraram-se preocupados com o tempo que julgavam ser extenso para a EJA. Porém, os professores que participaram do curso ponderaram que é possível aplicar o curso na EJA dentro das 13 horas, mas que o professor deve abandonar a física que normalmente se dá na escola.

6.4 As entrevistas

Para compreender melhor a avaliação dos professores sobre o curso de Astronomia, foi planejada uma entrevista com os professores participantes. Primeiro, foram entrevistados os professores B e C juntos, gravação que durou 00:11:56. Em outra ocasião, ocorreram as entrevistas, separadamente, dos professores A e D que duraram respectivamente 00:14:37 e 00:18:46.

Os professores ficaram à vontade para falar sobre o curso, principalmente porque já estavam mais familiarizados com o assunto. Por outro lado, foi necessário obter as informações a partir de um planejamento que seguiu de perto o seguinte roteiro:

- a) O que acharam da escolha do tema Astronomia para EJA? É um assunto interessante para esse público?
- b) Em se tratando do curso apresentado, o que lhe chamou mais a atenção?
- c) O que você achou da atividade inicial de listar o que existe no céu?
- d) Quais seriam as dificuldades dos alunos com o curso?
- e) Como esse curso poderia ser trabalhado nas escolas de ensino médio?
- f) Há alguma mudança que você faria no curso?
- g) Esse curso possibilita ampliar a visão de mundo do aluno? Em que situação?

Uma síntese da opinião dos professores sobre o tema Astronomia revela que eles consideram que o assunto desperta a curiosidade e interesse do aluno, não só pelo conteúdo físico, mas pela possibilidade de fazer com que ele reflita sobre aspectos filosóficos e existenciais para o desenvolvimento de sua cidadania. Eles comentam que a Astronomia é interessante para qualquer pessoa que vê um dia estrelado e que procura respostas para perguntas como: que constelação é aquela? Por que as estrelas mudam? Será que elas estão na mesma posição em termos de profundidade? Qual é o seu tamanho? Outros professores lamentam o fato do currículo nas suas escolas não prestigiar este tema, sendo que todos entendem que a astronomia é algo de muito valor para a EJA.

Os professores ficaram à vontade para falar sobre o que de interessante ou de difícil viram no curso apresentado. Eles acham ótima a idéia de comparar a nossa idade com a do universo. Tanto o professor A como o professor D acham interessante a atividade que trata do enquadramento dos objetos em escala de tempo e espaço. O professor A fala sobre “o quão pouco tempo estamos aqui presentes tentando compreender o que se sucedeu

em tantos anos”. Já o professor D argumenta que “É interessante sabermos que somos habitantes de uma coisa imensa” e completa dizendo que “A gente está aqui há tão pouco tempo e querendo destruir tudo”. Uma opinião comum é a de que esse impacto gera interesse e curiosidade.

A professora B fala da maravilha que é a observação do céu, visto que nunca aconteceu de se levar o aluno para o pátio da escola e mostrar o céu com o significado de suas estrelas. A professora C menciona a construção da carta celeste, pelo fato do aluno não conhecê-la, pois contando as histórias dos antepassados, até chegar à apresentação da carta, é uma motivação para depois ver o céu.

Ao questionar os professores sobre o que acham da atividade introdutória que trata do que existe no céu, procurou-se verificar se os professores vêem importância em explorar esse conhecimento do aluno. Para a professora C esta atividade não constitui uma dificuldade, mas sim uma maneira de desinibir os alunos e levá-los a participação. O professor A acha interessante a parte introdutória do curso onde se busca estruturar os conhecimentos que a turma já tem. “Isto dá margem para compreender os conceitos errados que estão embutidos na cabeça dos alunos e que é preciso trabalhar para mudar”. Já o professor D fala da forma da atividade envolver um aprendizado sobre o que tem no céu, priorizando separar coisas que fazem parte da astronomia e as que não fazem parte da astronomia, pois uma vez fazendo isso o aluno já vai situar o seu estudo.

Quanto às dificuldades que os alunos têm frente ao curso, os professores mencionaram a questão do cálculo. Eles ponderam que, apesar de prever que eles encontrem obstáculos para resolver problemas com regra de três e potência de dez, há de se levar em conta o fato de que é necessário acrescentar alguma coisa e não só basear nas dificuldades e aceitar que eles não consigam aprender. “Nivelar por baixo não é saída”, conclui o professor A. Na opinião do professor D, lembrar de nomes que informa características de planetas e nomes de constelações é um problema, pois muitos nomes vêm de outras línguas, termos que os alunos não estão acostumados ainda.

Em torno da questão de se trabalhar esse tema nas escolas, muito se discute sobre o próprio currículo da EJA. Segundo o professor A, não há liberdade para se mudar o currículo, pois a avaliação institucional do Estado exige que se trabalhe, na primeira série, o eixo temático Energia. Uma síntese das suas observações é que, ao seguir o CBC, tem que se trabalhar toda a matéria dos três anos como se fosse uma introdução. Não há aprofundamento com tratamento de equação. Daí é que se procura trabalhar com texto, pois não tem um material específico. A professora C entende que a aplicação do curso requer tempo. Ela

justifica que há preocupação em cumprir com todo o conteúdo, passando rápido pelas matérias e diz que, se fosse o caso de não seguí-lo, aí sim haveria como dar o curso. A professora observa ainda que o curso que assistiu não é só física, têm muitas matérias como ciências, biologia, história e geografia, que estão ligadas ao assunto. Na opinião do professor D o curso entra no conteúdo de física em qualquer escola. Ele afirma que a Astronomia é a física mais antiga que se tem. Segundo ele, “nós viajamos pelo espaço a todo o dia, toda hora, todo segundo e isso é física não tem como fugir”.

Os professores também falam de mudanças que fariam no curso. Tendo o tema Energia como assunto principal do currículo do Estado destinado à primeira série, o professor A sugere que se trabalhe a astronomia quando for falar sobre energia em termos do Sol e de outras Estrelas. O professor C acha que se tivesse um centro de observação seria mais interessante porque além de olhar para o céu a olho nu os alunos poderiam contar com esses recursos tecnológicos. Algo que encontra respaldo nas observações do professor D, quanto à necessidade de se comparar a observação à olho nu com a que se faz através de um instrumento como uma luneta, onde se pode, por exemplo, enxergar as crateras da Lua. Também se fala das dificuldades de observação do céu, principalmente em relação ao uso da carta celeste que o aluno também desconhece.

A possibilidade de que o curso amplie a visão de mundo do aluno se verifica com frequência nas atividades que eles também acharam mais interessante. Em referência à atividade sobre o tamanho das coisas no espaço, o professor D disse que ela ajuda a pessoa a se situar no universo e saber que “estamos rodeados de astros que tem 500 vezes o tamanho do Sol que já é grande”. Falando da atividade sobre as constelações ele afirma que a pessoa pode perceber que os índios têm sua forma de ver o céu relacionando-o com um animal ou objetos, além de perceber que o céu, cravado de pontinhos brilhantes, pode ser imaginado de diversas formas. Afinal “as pessoas tinham seus medos, seus sonhos e até pesadelos. Isso é cultural”, conclui o professor. Para o professor A, a atividade de enquadrar os objetos em escala, tanto no tempo como no espaço, dá uma percepção de insignificância do ser Humano dentro do universo. “Até mesmo a gente que trabalha nesta área às vezes se assusta”, argumenta ele.

6.5 Os relatórios

A confecção de relatórios foi solicitada com objetivo de tomar a opinião dos professores com maior alcance em relação às questões levantadas na entrevista, dado o extenso tempo que teriam para fazê-lo. Os professores prepararam os relatórios em casa e por volta de 10 dias depois entregaram os textos em versões manuscritas e digitadas. Os relatórios constituem-se de documentos sucintos com um número médio de duas páginas para cada participante, com exceção do professor D que não entregou relatório. Solicitou-se que os professores escrevessem sobre cada atividade destacando os pontos que eles acham importantes ou um comentário que eles gostariam de fazer sobre cada atividade de forma mais específica. Os resultados mostram uma avaliação mais superficial, com destaques para alguns aprofundamentos das questões apresentadas na entrevista.

A análise dos textos revela a opinião comum dos professores quanto ao aspecto motivador do curso em relação aos alunos da EJA. O professor C reforça o que já se havia comentado sobre o perfil dos alunos da EJA que, por um motivo ou outro, deixaram de estudar e, quando retornam à escola, têm muita dificuldade e ficam desmotivados, sem vontade de aprender. Ele acha que, com essa motivação do ensino de Astronomia, haverá maior curiosidade e vontade de aprender. Nesse sentido a professor B diz que a Astronomia aplicada na EJA é uma motivação para o ensino de física, apesar das realidades e dos graus de dificuldade na disciplina, pois abre espaço para a interdisciplinaridade. O professor A fala da forma interessante como os assuntos foram abordados e, em um dos trechos do seu relatório, comenta a experiência que teve ao organizar uma atividade sobre astronomia, citando o momento em que os alunos foram montar o sistema solar com as proporções corretas. “Estes alunos ficaram surpresos ao perceberem que planetas e o Sol, para terem suas distâncias na proporção correta, não caberiam dentro da escola”. De forma geral, o professor ainda comenta que o tema passa por questões filosóficas sobre a existência humana no universo, o que leva a reflexões sobre a importância da ciência na busca de respostas que intrigam a humanidade.

Em termos mais específicos, alguns professores expressaram sua opinião sobre as atividades que acham mais interessantes, procurando mostrar o quanto elas podem ajudar na formação dos alunos. Assim, por exemplo, a professora C comenta que, na atividade 1, os alunos saberão diferenciar tamanho de forma, calcular as proporções corretas dos astros e também manusear o computador na atividade sobre o calendário cósmico.

Um aprofundamento, em forma de proposta, consta no relatório do professor A, que trabalha na escola referência. Ele acha que o curso deve observar, por exemplo, que a fusão no interior das estrelas é um processo de geração de energia e que deve associá-lo ao tema.

Ainda faço a observação de que algumas das habilidades são facilmente relacionadas com o tema, dentre outras posso citar como exemplo:

a-compreender a associação entre a energia solar e os processos que ocorrem na natureza, como: formação dos combustíveis fósseis, crescimento das plantas, chuvas, ventos, etc.

b-saber que o Sol é uma fonte quase inesgotável de energia e que a energia por ele irradiada tem origem na fusão nuclear.

c-saber que a energia solar decorre do processo de fusão nuclear, onde núcleos de átomos de hidrogênio são fundidos resultando na produção de átomos de hélio e energia radiante.

d-saber que na fusão nuclear ocorre conversão de matéria em energia de acordo com a equação $E=mc^2$.

e-compreender que existem poucos tipos de fontes, mas uma grande diversidade de manifestações de energia. (CBC de Física apud Relatório do Professor A, 2009).

Os textos também revelam uma necessidade de formação continuada dos professores quanto à inserção de temas de astronomia na escola, o que se ilustra através dos seguintes argumentos:

-Nós, professores, precisamos de uma maior capacitação para aprofundar os conhecimentos relacionados ao assunto. (Relatório do Professor D, 2009);

-A maioria dos alunos, e até mesmo alguns professores da área, não tem a percepção correta das dimensões de que trata o tema, o que gera descobertas fantásticas ao estudá-lo. (Relatório do Professor A, 2009).

6.6 Considerações gerais sobre a avaliação

Em momentos que se deram entre os primeiros contatos com os professores, passando pela aplicação do curso, até a confecção dos relatórios, ocorreram diálogos que também possibilitaram compreender melhor o alcance da proposta como um todo e sua adequação à realidade da EJA do ensino médio.

A professora C que, no plano inicial aplicaria o curso para os alunos, afirmou se sentir mais preparada para dar aulas desses assuntos, mas confessa que, quando pegou o material, ficou um pouco preocupada por que era muito diferente da física que estava acostumada a dar. Na opinião dela, o curso serviu para o alcance de nova visão sobre o assunto, momento em que passou a ver que tudo aquilo faz parte da física.

Talvez essa incompreensão da proposta seja uma justificativa para as diferentes visões dos professores quanto a extensão do curso. Os professores que simplesmente pegaram o

material para ler, mas não receberam uma capacitação sobre o mesmo se mostraram preocupados com o tempo por que compreendiam a proposta como objeto de estudo complementar, ao passo que os professores que participaram do curso, entenderam que a proposta é implementar, sendo necessário abrir mão da física rotineiramente dada.

Obviamente, não se pode pensar em trabalhar a física paralelamente ao curso de astronomia que se propõe, pois a idéia é integralizadora desses conhecimentos. Quando o professor identifica o movimento uniforme, como aconteceu na atividade 2 sobre o ano-luz, ele está fazendo uma observação com o olhar da compreensão física que possui, ao passo que, em outros momentos, também se verificou que as atividades possuem um caráter interdisciplinar. Todos os professores falaram da dificuldade de se trabalhar na EJA com cálculos, mas também admitiram que estes cálculos são necessários e que eles não estão soltos no texto.

Já o professor B, parece ter ficado no plano do encantamento e disse que agora fica mostrando para o filho o escorpião e o Cruzeiro do Sul. Isto resume o caráter fascinante que o tema Astronomia incorpora. Sua conectividade com questões que intrigam e despertam a curiosidade humana torna-se evidente neste momento.

De forma geral, constata-se que o curso de astronomia, previamente montado, tem a aprovação dos professores participantes e que, além do que já havia se pensado, também deve levar em conta as idéias manifestadas por eles. A avaliação conduz ao entendimento de que o curso de astronomia, quando aplicado na EJA, pode: despertar o prazer em aprender, pelo fascínio que o assunto provoca; ajudar o aluno a se situar no universo, refletindo sobre a sua condição de existência no mundo; diversificar o espaço pedagógico para se criar um clima bom para a aprendizagem; criar falsa expectativa quanto à observação celeste diante de uma falta de preparação; criar espaço para a participação dos alunos; mostrar que, em astronomia, como em qualquer outra ciência, há questões divergentes; ser explorada de forma interdisciplinar; enquadrar-se em carga-horária compatível com os cursos de EJA; não ser uma boa opção como um estudo complementar ao ensino de física; ser enriquecido com temas sobre energia, como sustenta o CBC.

Portanto, a avaliação dos professores evidencia aspectos qualitativos do material proposto, em maior parte, coerentes com os objetivos anteriormente traçados para o curso. A análise sistemática destas opiniões, remetidas aos fundamentos da pesquisa, ajuda a compreender melhor a proposta em termos de sua efetivação nas escolas, tornando possível a reconstrução do Curso de Astronomia para Jovens e Adultos numa dimensão mais realista e

transformadora. Nesse sentido, o próximo capítulo aborda o curso, em sua versão final, com as devidas alterações.

7 CURSO DE ASTRONOMIA PARA EJA: UMA PROPOSTA

Por que ensinar astronomia?

Podemos admirar o suave movimento das folhas tocadas pelo vento ou mesmo apreciar o vai e vem das ondas do mar, porém nada nos causa mais entusiasmo do que olhar para o céu. O céu encerra algo mais e nele o professor deve encontrar um laboratório que contém simplesmente tudo. Todas as coisas que precisamos compreender estão nele: Galáxias, Estrelas, Planetas, em fim, coisas que parecem inatingíveis, em suspensão infinita e brilho estonteante.

O céu que desperta em nós a curiosidade, também é o céu que se abre para o exercício e reflexão da nossa mente. Nele coexistem os objetos, com suas propriedades e interações. Uma beleza que se traduz na sensação de que, quanto mais sabemos sobre o universo, mais fascínio ele nos causa. Do olhar inocente à acurácia dos potentes telescópios, o universo se revela em luz que dá forma aos mundos e confeita as profundezas do desconhecido. No fundo, um aparente deleite para o nosso olhar e um desafio para a nossa mente.

A prática da astronomia não é prerrogativa do homem moderno. Existem evidências de que a Astronomia tenha sido praticada pelo homem há muito tempo atrás. Acredita-se que o monumento do Stonehenge, localizado no sul da Inglaterra foi projetado na Idade do Bronze (em torno de 3 300 AC) para permitir a observação de fenômenos astronômicos, como eclipses e solstícios de verão e inverno.



**Figura 3: Vista do Sol através do monumento de Stonehenge no solstício de verão de 21 de junho de 2005 na Inglaterra.
Fonte: Stonehenge, 2009**

Atualmente, muitas pessoas pelo mundo se dedicam à astronomia sendo esta uma das ciências mais difundidas pelos meios de comunicação, como tv, Internet e jornais. Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações freqüentemente presentes entre jovens e adultos em relação à astronomia. Os estudantes têm uma verdadeira ânsia pelo saber, querem descobrir o porquê de nossa existência e fascinam-se com o universo desconhecido dos astros. Diante de uma previsão noticiada no jornal sobre algum acontecimento astronômico, lá estamos nós no dia seguinte com atenção voltada para o céu. A mídia também explora com muita freqüência as fantásticas imagens do universo com intenção de atrair o público cujo interesse pela astronomia vem de motivações místicas, religiosos e científicas.

Conhecendo esse interesse das pessoas pelo tema, propomos um Curso de Astronomia, redigido para o professor, tendo em vista a sua aplicação na Educação de Jovens e Adultos (EJA) com duração prevista para 13 horas-aula. O desenvolvimento do curso acontece em forma de atividades que são encaminhadas numa seqüência temática e problematizadora envolvendo, apresentações dos astros em escalas, introdução ao espaço e tempo cósmicos, as constelações, o sistema solar e vida extraterrestre. Apesar de contemplar parte do currículo de física, pelo estudo de potência numérica e alguns fenômenos ligados ao movimento dos planetas, a proposta é de enfoque interdisciplinar e não se restringe apenas ao conhecimento físico e tecnológico. Ela também aborda questões relativas ao contexto científico-cultural das descobertas de objetos celestes e utiliza-se de ferramenta de linguagem e códigos para a descrição desses fenômenos pelos alunos.

O curso tem a finalidade de propiciar aos alunos um contato com essa dimensão ainda tão pouco apreciada nas escolas: o céu. Para isso, busca-se fundamentar a proposta dentro do que sugere o PCN+ cuja intenção com o tema Universo, Terra e Vida é propiciar aos alunos uma visão cosmológica das ciências, permitindo situarem-se na escala de tempo de universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, indagar sobre a origem do mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida, como a entendemos no planeta Terra. Nessa perspectiva, propomos um curso de astronomia para Jovens e Adultos em que, partindo das suas experiências sociais com o tema, possamos ampliar a sua visão de mundo através do conhecimento científico.

O trabalho do professor deve se orientar pela idéia de uma construção ativa do saber em que o diálogo se configura como elemento conectivo no processo ensino-aprendizagem.

Por isso, o curso está distribuído em atividades que ensejam discussões, composições de grupos de pesquisa, trabalho de campo, produção de textos, dramatizações e uso da Internet, necessitando de uma intensa participação dos alunos. Nessa abordagem metodológica, o professor deve ser um facilitador do processo interativo que se dá pela problematização e debate dos temas. Num primeiro momento, sugerimos a exploração dos conhecimentos dos alunos sobre o que existe no céu. À medida do seu desenvolvimento, vamos aprofundando outras discussões acerca das coisas que existem no céu e seus modelos explicativos.

Quanto à avaliação, sugerimos que ela ocorra processualmente, ou seja, aconteça durante a aula, por meio de observações, através de perguntas e respostas, individualmente ou em grupo, de modo a valorizar o comprometimento do aluno com o que está sendo proposto. Recomendamos que a avaliação seja abrangente e leve em conta não apenas os conhecimentos conceituais, mas também os procedimentos e os valores desenvolvidos no processo de aprendizagem. Sugerimos que se faça uma avaliação a cada etapa de desenvolvimento de um tema (atividade) onde o professor pode se valer deste instrumento para orientar o planejamento das aulas. O professor também precisa dizer para o aluno quais são os critérios de avaliação adotados no curso até como forma de aliviar o receio que tem em relação ao mito da prova.

Por fim, esperamos que os esforços concentrados na elaboração do Curso de Astronomia para a Educação de Jovens e Adultos possam refletir em avanços para a prática pedagógica do professor através do desenvolvimento de competências que possibilitem aos alunos ampliar a sua visão de mundo.

Cronograma do curso

ATIVIDADE	CARGA-HORÁRI A	OBJETIVOS
1-O que existe no céu?	2 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Adquirir as primeiras noções de pequeno e de grande em escala astronômica a partir de comparações de objetos visíveis no céu. → Fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de comparar o tamanho da Terra com outros objetos, adquirindo uma primeira visão geral do espaço. → Realizar cálculos cujos resultados permitam situar os objetos em relação à distância e tamanho em relação à Terra.
2- Espaço-Tempo	3 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Propiciar aos alunos uma visão cósmica do universo como forma de se situar em suas dimensões espaciais e temporais. → Articular modelos e teorias que os explicam no espaço e no tempo, situando-se quanto as dimensões micro e macrocósmica do universo. → Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos, apresentando com clareza e objetividade suas considerações e fazendo uso apropriado da linguagem da Física.
3- Construindo uma constelação	1h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Reconhecer nas constelações do Homem Velho e de Órion um exemplo de como diferentes culturas possuem aptidões para desenvolvimento da astronomia. → Compreender o conceito de constelação como construção do ser humano a partir de suas relações com o céu. → Interpretar texto e imagens que articulem conceitos de natureza científico-culturais sobre as constelações.
4- Localizando o Cruzeiro do Sul	1h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Desenvolver a noção espacial de constelação através da montagem de uma maquete do Cruzeiro do Sul. → Descrever as principais estrelas da constelação do Cruzeiro do Sul.
5- Observando o Céu	3 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Reconhecer astros e constelações numa carta celeste manuseando-a corretamente para localizar objetos no céu segundo a orientação dos pontos cardeais. → Sistematizar objetos celestes a partir da observação direta do céu com auxílio de uma carta celeste. → Elaborar relatório analítico, apresentando e discutindo dados e resultados da observação do céu.
6-O sistema Solar	2 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Caracterizar objetos do Sistema Solar a partir de representação corporal, identificando as suas grandes regiões e formas de movimento → Compreender a base do processo de transformação de energia que torna o Sol uma estrela ativa.
7-Tem alguém aí?	1 h/a	<ul style="list-style-type: none"> → Estabelecer condições de incerteza da existência de vida em outros planetas. → Ler e interpretar texto científico identificando a questão em discussão para embasar opinião sobre temas controversos.

Desenvolvendo as atividades

Inicialmente, propomos que o professor diga aos alunos que, nesta parte do curso, eles estudarão o céu. Sugerimos que o professor comece perguntando à classe: o que existe no céu? Dessa forma, ele pode fazer um levantamento dos objetos celestes sugeridos pelos alunos para uma primeira sistematização quanto aos seus tamanhos e distâncias relativas. Depois, sugerimos uma apresentação de uma atividade para a construção e representação espaço-temporal do universo, em diferentes escalas. Oportunamente, apresentamos uma proposta para desenvolver as noções sobre o ano-luz como medida de distância astronômica resultante de cálculos de velocidade. A partir de desenhos construídos pelos alunos, o professor mostra as constelações com um enfoque cultural, resgatando a idéia da astronomia como resultado de atividade humana. Também apresentamos uma atividade de observação do céu precedida de uma preparação onde os alunos aprendem a manusear uma carta celeste e localizar alguns astros e constelações. Nesta mesma atividade, encaminhamos uma proposta de elaboração de relatórios pelos alunos para o exercício de sua capacidade argumentativa.

O momento de aplicação do curso se condiciona à opção do professor pelos objetos celestes a serem observados, de acordo com a época em que se encontram visíveis no céu. Apresentamos a constelação do Cruzeiro do Sul com maior destaque, tendo em vista a sua compatibilidade de ocorrência no céu durante a aplicação desse curso. Contudo, as constelações de Orion e de Escorpião são apresentadas como opções de observação que se ajustam facilmente à dinâmica do curso. A atividade de representação corporal do sistema solar é encaminhada para que o professor apresente os astros que compõem esta região do espaço. Em outra parte dessa atividade o Sol é destacado como fonte de energia para a vida na Terra. Neste momento, sugerimos uma discussão sobre o processo de fusão termonuclear e o estágio final do Sol.

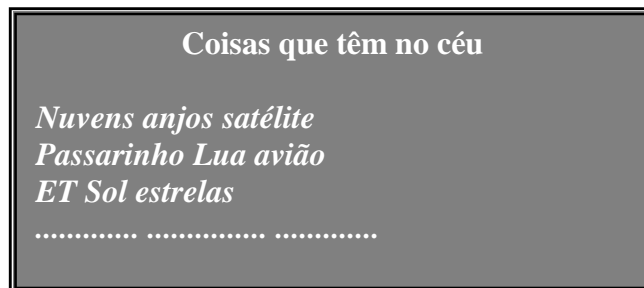
Por fim, encaminhamos uma atividade sobre vida extraterrestre em que os alunos, conhecendo mais sobre os astros, adquirem uma base para condicionar a existência de vida em outros mundos comparativamente ao que se conhece na Terra. Dessa forma, a atividade encerra o curso levantando uma questão: será que estamos sozinhos? Algo que propicia uma reflexão de que, em astronomia, assim como em qualquer outra ciência, nem todos os problemas estão solucionados.

ATIVIDADE 1 – O que existe no céu?

Distribuímos esta atividade em três partes. Na primeira parte, sugerimos que se faça um apanhado sobre o que existe no céu, conforme a visão do aluno. Na oportunidade, apontamos a necessidade de se diferenciar os objetos passíveis de comprovação daqueles que não o são para que, no próximo momento, os alunos possam esboçar uma organização desses objetos quanto ao tamanho e distâncias relativas. Na terceira parte, encaminhamos uma atividade que requer a utilização dos instrumentos de cálculos e escalas que permitam aos alunos comparar o quão pequena ou grande é a Terra em relação a outros objetos, desenvolvendo assim uma visão geral do espaço.

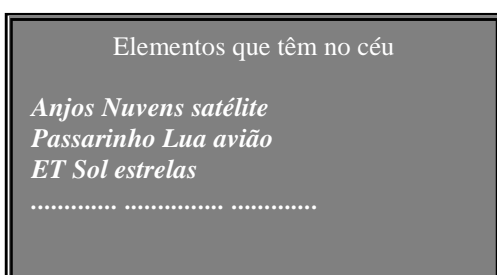
Parte 1 - Aconteceu no céu

O professor iniciará esta atividade estabelecendo um diálogo com os alunos sobre alguns acontecimentos e objetos que viram no céu. Sugerimos que o professor faça, na lousa, uma síntese dos objetos descritos pelos alunos. Algo do tipo:

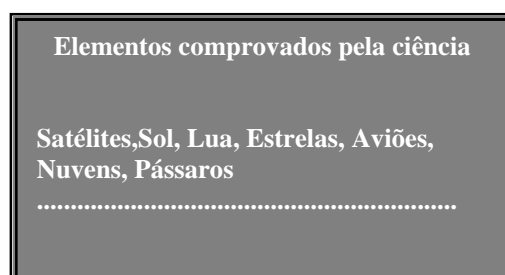


Quadro 9: Elementos do céu

De todas as coisas levantadas na lousa, o que de fato tem comprovação científica? Nesse momento, o professor deve separar as situações relatadas pelos alunos, trazendo para o círculo astronômico o que se revela como objeto passível de estruturação, dentro do ponto de vista da ciência. Por exemplo:



Quadro 10: elementos do céu



Quadro 11: elementos de natureza científica

Comentário:

Nuvens, estrela cadente, Lua, Sol, aviões, nave espacial, extraterrestres, anjos, etc. Estes elementos devem aparecer nas representações dos alunos, configurando um misto de ciência e fé que servirão como ponto de partida para a visualização espacial das coisas no universo. Naturalmente, não há necessidade de discussões intermináveis sobre o que existe ou não, nesse universo descrito pelos alunos. Ao compor o quadro de “elementos comprovados pela ciência”, é importante apenas que o professor aplique critérios físicos para distinguir a forma de existência desses elementos. Por exemplo, solicite que os alunos diferenciem os elementos em termos do que pode ou não ser pesado, do que pode ou não ser medido. Em fim, do que pode ou não ser registrado.

Parte 2 – Grande ou pequena?

Após o levantamento do que existe no céu, o professor deve dizer que agora discutirá apenas as coisas comprovadas cientificamente e que em outro momento do curso retorna a discussão de outra natureza. Desta forma, o professor deve pedir aos alunos que organizem esses objetos, levando em conta aspectos como:

A - Localização: Em que lugar os objetos estão uns em relação aos outros? Solicite que os alunos representem estes objetos em termos de distâncias que um se encontra em relação ao outro. Pode ser em círculos concêntricos ou em linha reta. O aluno deve escolher livremente o objeto de referência (Sol, Terra, lua, etc) colocando-o ao centro e, a partir dele, listar os demais elementos.

B-Tamanho: Qual é o tamanho das coisas que se apresentam no céu? Solicite que os alunos representem cada objeto com um círculo: objetos grandes (círculos grandes), objetos pequenos (círculos pequenos).

Antes de oferecer qualquer solução definitiva para essa atividade, apresente, aos alunos a Figura 4 a seguir e questione-os sobre a localização e tamanho do Sol em relação à pessoa na imagem.

Quais elementos do espaço que possibilitam esta visão? Conclusões do tipo “O Sol está mais distante por isso é que ele se apresenta pequeno” são aberturas interessantes para

que o professor retorne aos itens A e B e solicite que os alunos revejam suas construções quanto à perspectiva em que as coisas se apresentam no céu.



Figura 4: Visão em Perspectiva do Sol.
Fonte: Conexão G8, 2009

Comentário:

Dentre os resultados obtidos na Questão A o professor deve encontrar configurações onde os alunos tomem o Sol ou a Terra como centro, mas independente desta escolha o professor perceberá a ordem estabelecida e poderá questioná-los quanto às suas construções. Pode acontecer dos alunos desenharem as estrelas entre a Terra e o Sol ou mesmo que acertem, ainda podem posicionar os objetos de forma desproporcional. Na figura 5 abaixo posicionamos alguns corpos de forma desproporcional através de pontos, simulando uma possível representação do aluno. Note que, através desse modelo o aluno teria dificuldade em entender em outro estudo como acontece o eclipse do Sol, por exemplo.

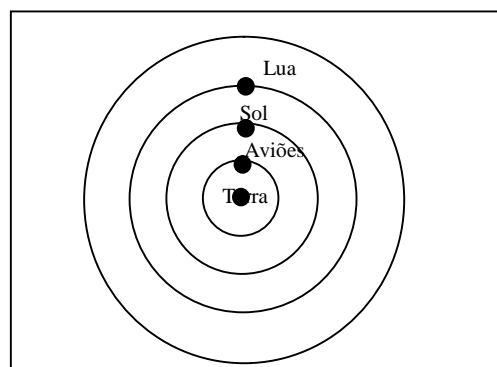


Figura 5: Representação fora de escala da posição astronômica dos objetos.
Fonte: Elaborada pelo autor

Na Questão B, ainda que muitos alunos apresentem uma noção comparativa desses tamanhos, o professor deve esperar representações desproporcionais e até desordenadas tais como são apresentadas na Figura 6 abaixo:

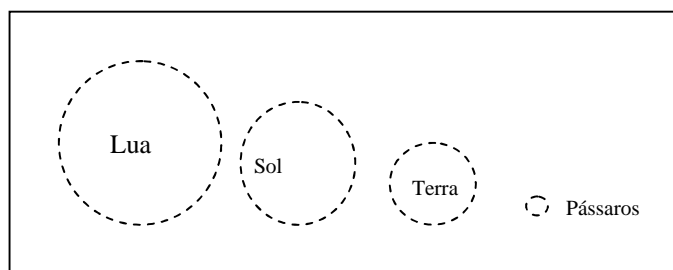


Figura 6: Representação fora de escala dos tamanhos astronômicos dos objetos
Fonte: Elaborada pelo autor

Em geral, estas distorções estão associadas à visão bidimensional que os alunos têm do céu. Não seria absurdo que os alunos idealizassem a Lua como objeto maior do que o Sol ou que observassem luzes de aviões com estrelas coexistindo à mesma altitude delimitada pelo céu. Afinal, é assim que estas coisas aparentemente são vistas. Contudo, tais idéias devem ser amadurecidas pelos alunos à medida que desenvolvem as noções comparativas de tamanho e localização dos objetos no universo. Muitas vezes os objetos que enxergamos no céu revelam-se em perspectivas que distorcem aspectos das suas dimensões reais. O que dizer do Sol, visto na imagem da Figura 2, recluso na palma da mão? Por trás dessa aparente situação está o fato de que o diâmetro do Sol é aproximadamente 100 vezes maior do que o da Terra e que o Sol se encontra à 12 mil diâmetros terrestres de nós.

Parte 3: Enquadrando os objetos em escala

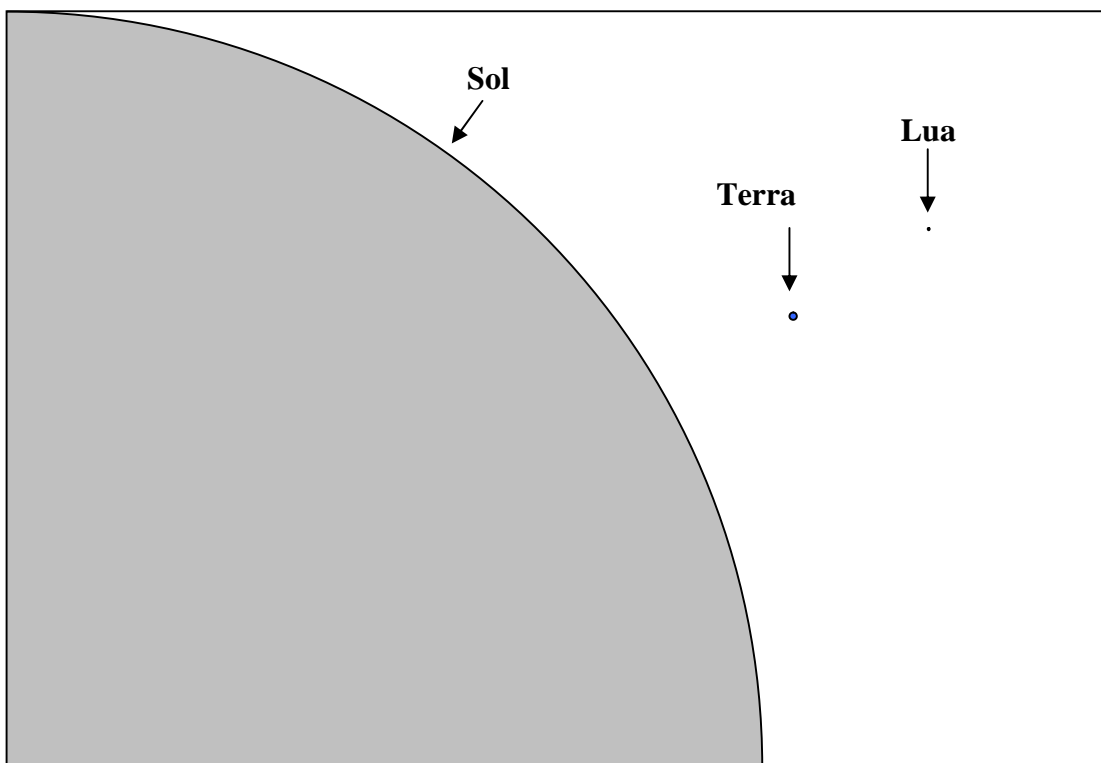
Nesta parte deve ser feita a representação do tamanho e das distâncias dos objetos celestes afim de que o aluno desenvolva uma percepção astronômica dessas coisas no espaço. Reproduza a figura 5, apagando as representações da Terra e da Lua. Apresente esta figura para os alunos e solicite que eles desenhem nelas o tamanho da Terra e da Lua. Solicite também que representem os objetos que listaram na primeira parte da atividade. Como representar o tamanho de outra estrela (Antares 700 vezes maior do que o Sol) nesta figura?

Reconstrua a figura 6 e peça aos alunos que posicione o Sol nesta imagem. Como desenhar a distância da Terra ao Sol-cerca de 400vezes a distância Terra-Lua? Solicite que os alunos estimem onde estaria localizada a estrela Próxima Centauro (a estrela mais próxima da

Terra), localizada à 270 000 vezes a distância Terra-Sol? Haveria como representar o tamanho de um homem na figura construída?

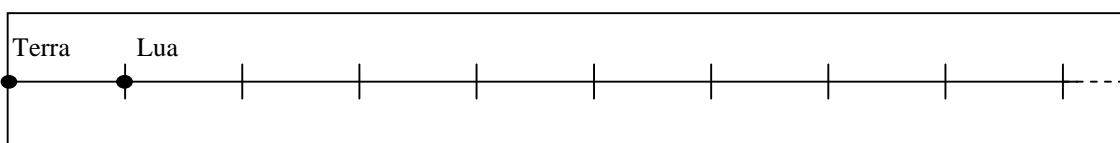
Também seria interessante que o professor trabalhasse outras bases de comparação, solicitando que os alunos façam estimativas. Por exemplo: se considerarmos que a Terra fosse do tamanho de uma bolinha de ping-pong, qual seria o tamanho do Sol?

Sugerimos que o professor tire cópias da figura 7 abaixo, deixando somente a representação do Sol para que os alunos representem posteriormente o tamanho da Terra e da Lua.



**Figura 7: Tamanho dos astros. Escala:1cm:140 000km.
Fonte: adaptada de Panzera, 2008, p16**

Para reproduzir a figura 8 abaixo, o professor deverá colar várias tiras de papel na forma de um faixa. A extensão desta faixa dependerá da distância entre a Terra e a Lua. Por exemplo, se fizermos esta distância valer 1cm, teremos que fazer uma faixa de $400 \times 1 = 400\text{cm} = 4\text{metros}$. Sugerimos este tamanho por ser compatível com as dimensões da sala de aula.



**Figura 8: Distâncias dos astros.
Fonte: adaptada de Panzera, 2008, p19**

Afinal, onde estamos?

Abrindo um momento de sensibilização, sugerimos que o professor discuta com os alunos o nosso espaço na representação das Figuras 7 e 8. Questões que devem chamar a atenção sobre qual é o nosso tamanho, qual é a altura do prédio mais alto do mundo e, conseqüentemente, uma reflexão sobre a lição de vida que se pode extrair dessa idéia.

Comentário

Na figura A o diâmetro do Sol foi reduzido para 10 cm, numa escala em que cada 1cm vale cerca de 140 000km. Para representar o tamanho da Terra cujo diâmetro mede aproximadamente 13 000km, basta fazer uma regra de três simples:

$$\begin{array}{l} 140\,000\text{ km} \text{ -----} 1\text{ cm} \\ 13\,000\text{ km} \text{ -----} x \end{array}$$

$$x = \frac{13000}{140000} \approx 0,1\text{cm}$$

Este tamanho equivale à 1milímetro e ainda é possível desenhá-lo com o auxílio de uma régua escolar. Por outro lado, ao repetir o procedimento para calcular o tamanho proporcional da Lua cujo diâmetro real aproximado é de 3500km, incorreremos numa dificuldade de representação da medida. Vejamos:

$$\begin{array}{l} 140\,000\text{ km} \text{ -----} 1\text{ cm} \\ 3500\text{ km} \text{ -----} x \end{array}$$

$$x = \frac{3500}{140000} \approx 0,025\text{cm}$$

Note que para representar esta medida de 0,25mm na figura 5 até mesmo um “ponto” conferido por uma lapiseira 0.50mm teria o dobro desse tamanho. A lua se resumiria em um cisco.

Se quiséssemos representar uma pessoa de 1,7 metros nesta escala teríamos que fazê-lo tomando como base os seguintes cálculos:

$$\begin{array}{l} 139\,200\text{km} \text{ -----} 1\text{cm} \quad 139\,200\,000\text{ m} \text{ -----} 1\text{cm} \\ 1,7\text{m} \text{ -----} x \quad 1,7\text{m} \text{ -----} x \end{array} \quad \Rightarrow$$

$$x = \frac{1,7}{139200000} = 0,0000000122 \text{ cm} \quad \text{ou} \quad 1,22 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

Aqui uma pessoa seria ainda 2 milhões de vezes menor do que o diâmetro da Lua. Na escala da figura apresentada, pessoas, pássaros ou aviões teriam dimensões bem inferiores à ponta do lápis, não sendo possível representá-las. Ao tentar representar Antares, os alunos também encontrariam dificuldades, pois teriam que encontrar uma folha de caderno equivalente ao Tamanho de uma quadra de futebol de 17m x 30m. O professor pode utilizar cálculo semelhante para mostrar o tamanho de Antares nesta representação. Outra comparação possível é que, se a Terra fosse do tamanho de uma bola de futebol, o Sol deveria ocupar as dimensões, aproximadamente, de uma caixa de 20m x 20m x 20m.

Prevendo a dificuldade que os alunos devem encontrar na realização de alguns cálculos, sugerimos que o professor apresente algumas noções sobre ordem de grandeza e aplicação de regra de três para a conversão das medidas. Neste caso, o uso da calculadora deve auxiliar nas atividades sem prejuízo dos objetivos propostos.

Na reconstrução da figura 6 o objetivo é representar a distância Terra-Sol. Para isso, basta que o aluno identifique 400 partes da distância Terra-Lua. Após essa primeira leitura do problema sugere-se que o professor apresente a escala da figura. Por exemplo: se o professor for representar a distância real da Terra à Lua (380 000km) com uma medida de 1cm, a representação da distância Terra-Sol(150 000 000 km) neste caso seria de:

$$\begin{array}{l} 380\ 000\text{km} \text{ ----} 1\text{cm} \\ 150\ 000\ 000 \text{ ----} x \end{array}$$

$$x = \frac{150000000 \times 1}{380000} = 395\text{cm} \approx 4\text{metros}$$

Note que, através desta representação, a Terra e a Lua estão praticamente à mesma distância do Sol.

Fazendo comparações com a figura apresentada, a estrela mais próxima da Terra, Próxima Centáuro, está a 270.000 unidades astronômicas⁶ correspondendo à 270.000 vezes à distância Terra-Sol. Na nossa escala de 4 metros para uma unidade astronômica, esta estrela estaria a 1 080 km quilômetros de nós. Mais do que o dobro da distância de Teófilo Otoni à Belo Horizonte.

⁶ Uma unidade astronômica (UA) equivale à distância Terra-Sol cerca de 150 000 000km.

Portanto, ao tentar representar pássaros e aviões, agrupando-os com coisas como o Sol, a Lua e os planetas, incorreremos num problema relacionado à diferença de ordem de tamanhos. É preciso que os alunos se familiarizem com as dimensões desses objetos para que possam melhor classificá-los quanto ao tamanho e distâncias relativas. Se fossemos representar, numa mesma escala, o tamanho do Sol, da Terra e da Lua juntamente com as distâncias que os separam, certamente não conseguiríamos fazê-lo nesta página, dadas as diferenças dessas medidas.

É um tanto deprimente pensarmos que somos tão pequenos diante do universo ainda que nos conforte o fato de existirem uma infinidade de coisas bem menores do que nós como células, moléculas, átomos, e outros. Ao fechar a atividade, é importante que o professor procure situar o ser humano frente à imensidão do universo, oportunizando reflexões sobre comportamentos e atitudes do nosso dia-a-dia. Assim, o conhecimento que possibilita alargar a visão de espaço dos alunos deve também propiciar novo posicionamento diante do mundo. Algo que também possibilitará uma consciência sobre o que é ser grande ou pequeno enquanto seres humanos.

ATIVIDADE 2- Espaço e Tempo

Para melhor direcionamento, dividimos esta atividade em 3 partes. Na primeira apresentamos um enfoque sobre a ordem dos sistemas numa escala que vai do micro ao macro-cosmo. Na segunda, encaminhamos uma abordagem sobre o tempo, através do calendário cósmico de Carl Sagan. Por fim, discutimos a relação tempo-espaço, introduzindo a noção de ano-luz.

Parte 1: O universo em cadeia

O professor deve, primeiramente, preparar uma atividade de sensibilização, fazendo uso da sala de informática. Para isso, será preciso que baixe os seguintes arquivos pela internet e salve-os nos computadores:

- a) www.ifi.unicamp.br/~grad/pagina/graduacao/disciplinas/fd1000/aulas/Aula-1/macro-micro.pps
- b) www.metodistavilaisabel.org.br/paginicial/noticias/RealmenteFascinante1.pdf

O primeiro arquivo é uma apresentação do universo numa escala que vai do micro ao macrocosmo com representação das dimensões dos objetos. Já no segundo endereço há uma apresentação comparativa do tamanho dos planetas com o Sol e deste com outras estrelas. Realmente fascinante!

O professor encaminhará os alunos à sala de informática para a exibição dos arquivos e, no final, deve pedir aos alunos que comentem a apresentação. Tendo como base a distância média das moléculas de sólidos e líquidos⁷ que é da ordem de 10^{-8} cm, questione os alunos sobre quantas moléculas empilhadas seriam necessárias para atingir a altura de um ser humano. Peça que os alunos comentem em sua viagem o tamanho relativo desses sistemas

Depois, solicite que os alunos elaborem um texto com relatos de uma viagem imaginária sobre as estruturas do universo. Sugira aos alunos que viagem pelos sistemas, buscando situá-los, uns em relação aos outros. Por exemplo, numa viagem que saia do átomo, os alunos poderiam falar sobre esta estrutura e transitar dela para as moléculas e assim chegar até às galáxias.

Átomo → moléculas → célula → ser vivo → planeta → estrela → galáxia

Comentários:

Os endereços eletrônicos recomendados estavam disponíveis até o dia 22/11/2009 pela Internet. Caso o professor tenha alguma dificuldade em localizá-los, é recomendável que se faça uma busca por temas dessa natureza na Internet, pois existem outros endereços para cópia.

Nesta fase, esperamos que os alunos tenham embasamento para situar objetos macroscópicos quanto às suas dimensões. Assim, o professor poderá introduzir outros dados quantitativos para subsidiar a elaboração dos relatórios dos alunos quanto às dimensões dos micro-sistemas. Podemos considerar crianças e adultos com altura média da ordem de 1m e a

⁷ Podemos estimar a distância entre duas moléculas vizinhas em um sólido ou líquido a partir de massa molecular e da densidade de uma substância. Por exemplo, a massa molecular da água é 18; assim, 18 g de água contém $6,02 \times 10^{23}$ moléculas. Como a densidade da água é de $1,0 \text{ g/cm}^3$, então 18 g de água ocupa um volume de 18 cm^3 . Se $6,02 \times 10^{23}$ moléculas ocupam 18 cm^3 , então a cada molécula cabe um volume de $3 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$. A partir desse resultado, podemos estimar a distância entre duas moléculas vizinhas. Se a cada molécula corresponde um volume de $3 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$, podemos imaginar que esse volume é um pequeno cubo. Portanto os lados desse cubo têm comprimento de $\sqrt[3]{3 \times 10^{-23} \text{ cm}^3}$ o que corresponde a cerca de $3 \times 10^{-8} \text{ cm}$. Esse mesmo cálculo pode ser estendido para outras substâncias. Você sempre encontrará, para qualquer sólido ou líquido, resultados similares: a distância entre duas moléculas ou dois átomos é da ordem de 10^{-8} cm . Não vamos nos preocupar com cálculos mais precisos: não importa se é $3 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ou $1 \times 10^{-8} \text{ cm}$, $5 \times 10^{-8} \text{ cm}$. Vamos nos preocupar apenas com a ordem de grandeza, 10^{-8} cm . USP(2009)

distancia média das moléculas da ordem de 10^{-8} cm. Se desejarmos empilhar moléculas de um líquido umas sobre as outras até atingir esta altura, iremos encontrar uma camada contendo:

$$n = \frac{1m}{10^{-8} cm} = \frac{10^2 cm}{10^{-8} cm} = 10^{10}$$

Ou seja, 10^{10} (10 bilhões) de moléculas deveriam ser empilhadas para atingir a altura de 1metro.

Uma outra comparação seria dizer que se a distância entre cada molécula fosse do tamanho de uma borracha escolar (3cm) , uma pessoa , de pé sobre a Terra, tocaria a Lua a 380 000km

Parte 2: Calendário Cósmico

Essa atividade compreende a discussão da compactação do tempo utilizado no Calendário Cósmico de Carl Sagan. Sugerimos, inicialmente, que o professor apresente este calendário e discuta com os alunos aspectos da evolução do universo utilizando os instrumentos de cálculos que possibilitam tal construção. Pela amplitude dos temas tratados, o professor deve avaliar a possibilidade de executar um trabalho interdisciplinar, tendo o calendário como referência.

O calendário cósmico de Carl Sagan

Vamos imaginar que os 15 bilhões de anos passados desde o nascimento do Universo sejam compactados em um único ano. Dessa forma, o universo teria nascido à zero hora do dia 1º de janeiro. Pense também nos acontecimentos do último minuto do dia 31 de dezembro. Foi o que fez Carl Sagan, um astrônomo norte americano, quando repartiu os 15 bilhões de anos de evolução do cosmo dentro de um único ano. Veja no quadro 4 como o calendário universal deve se apresentar.

Solicite que os alunos reflitam sobre qual é o seu tempo de existência nesta apresentação e quanto tempo decorreu entre dois eventos quais quer do calendário. Mostre aos alunos, por exemplo, como se converte o Tempo Real (TR) em Tempo Compactado (TC) e depois solicite que eles calculem o seu tempo de existência na escala desse calendário (1ano:15 000 000 000 anos).

ANTES DE DEZEMBRO		DEZEMBRO			
Big Bang	1/jan	A atmosfera se desenvolve	1/dez	Árvores e répteis	23/dez
Origem da Via Láctea	1/mai	Primeiros vermes	16/dez	Dinossauros	24/dez
Origem do sistema solar	9/set	Invertebrados	17/dez	Mamíferos	26/dez
Formação da Terra	14/set	Plânctum oceânico. Trilobiotas	18/dez	Pássaros	27/dez
Origem da vida sobre a Terra	25/set	Peixes e primeiros vertebrados	19/dez	Primeiras flores	28/dez
Formação das mais velhas rochas	2/out	Plantas vasculares	20/dez	Cetáceos e primatas	29/dez
Plantas fotossintéticas	12/out	Insetos e animais terrestres	21/dez	Primeiros humanóides	30/dez
Primeiras células	15/nov	Anfíbios e insetos alados	22/dez	Primeiros humanos	31/dez
O DIA 31 DEZEMBRO					
Primeiros humanos	22:30'	Metalurgia do bronze	23:59'53"	Segue-se o 1o. segundo do Ano Novo...	
Uso dos utensílios de pedra	23:00'	Metalurgia do ferro	23:59'54"		
Domesticação do fogo:Pequim	23:46'	Nascimento de Buda	23:59'55"		
Último período glacial	23:56'	Nascimento de Cristo	23:59'56"		
Pinturas pré-históricas Europa	23:59'	Nascimento de Maomé	23:59'57"		
Invenção da agricultura	23:59'20"	Cruzadas	23:59'58"		
Período neolítico	23"59'35"	Renascença na Europa	23:59'59"		
Sumer, Ebla e Egito	23:59'50"	Desenvolvimento da ciência e tecnologia. Surgimento de uma cultura global. Aquisição dos meios de autodestruição da espécie humana. Primeiros passos em exploração e comunicação extraterrestre	agora		

Quadro 12: Calendário Cósmico.
Fonte: Adaptado do livro “Os Dragões do Éden” (SAGAN, 1985)

Comentários:

O processo de construção do relatório descritivo e da apresentação do calendário aos alunos é proposto no plano disciplinar onde a idéia é discutir a compactação do calendário na escala que foi adotada. Porém a atividade pode ser ampliada para uma ação interdisciplinar em que o calendário se torne um objeto de aprendizagem a ser utilizado por professores de geografia, biologia, dentre outros. Contudo, ao propor essa integração o professor deve examinar a possibilidade de executar um planejamento com professores de outras disciplinas, tomando opiniões com eles e discutindo a melhor forma de encaminhar outras atividades.

O professor mostrará aos alunos como se converte o calendário acima para um sistema real. Por exemplo, qual é o Tempo Real (TR) que decorre do Big Bang até a origem da vida sobre a Terra?

Observando o quadro 4, o que nos interessa é o intervalo compreendido entre 01 janeiro e 25 de setembro do Tempo Compactado (TC). Assim, procedendo a contagem teremos 268 dias ou 0,734 ano. Numa escala de 1ano:15 000 000 000 anos, o professor chegará ao Tempo Real da seguinte forma:

$$\begin{array}{r}
 \text{TR TC} \\
 15\ 000\ 000\ 000\ \text{anos} \text{-----} 1\ \text{ano} \\
 \times \text{-----} 0,734\ \text{ano} \\
 \times = 15\ 000\ 000\ 000 \times 0,734 = 1,1 \times 10^{10}\ \text{anos}
 \end{array}$$

Ou seja, do Big- Bang à Origem da Vida no nosso planeta se passaram cerca de 10 bilhões de anos.

Perceba que a abordagem espaço-temporal sobre os sistemas é vasta e introduz elementos das principais teorias que explicam os acontecimentos no universo, além de motivar uma reflexão sobre qual é a nossa significância no universo.

Os alunos poderão fazer cálculos semelhantes para saber a sua idade compactada nesse calendário.

$$\begin{array}{r}
 \text{TR TC} \\
 15\ 000\ 000\ 000\ \text{anos} \text{-----} 1\ \text{ano} \\
 30\ \text{anos} \text{-----} x \\
 30/15 \times 10^9 = 2 \times 10^{-9}\ \text{anos. O que equivale a} \\
 2 \times 10^{-9} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 0,063\ \text{segundos}
 \end{array}$$

Esta atividade fará com que o aluno se reconheça como um ser instantâneo diante da existência do universo. Não se trata de diminuir a importância do ser humano, mas fazer com que cada pessoa se situe no universo em relação ao tempo. Com este trabalho o aluno pode se dar conta de sua existência histórica em que só se vive por mais tempo, garantindo a sobrevivência das futuras gerações.

Parte 3: O ano-luz

Escolha dois alunos para representarem a Terra e o Sol. Solicite que o Aluno Sol (AS) envie um sinal para o Aluno Terra (AT) através do celular. Assim que AS apertar a tecla verde do celular ele deve levantar o braço para que a turma inicie a contagem do tempo até que o outro celular de AT receba a ligação. Desta forma, o professor questionará os alunos sobre a rapidez do sinal enviado para a “Terra”, perguntando, por exemplo, se seria possível enviar um sinal instantâneo, ou seja, em que a recepção é imediata.

Após essa representação, o professor deve pedir que os alunos pensem sobre o tipo de sinal que o Sol real envia para nós, todos os dias. Pergunte, por exemplo, quanto tempo a luz do Sol demora até chegar a Terra.

Aplicando uma proporção simples presente, na lousa, o que significa dizer que a luz tem uma velocidade de 300 milhões de m/s no espaço vazio. Depois, mostre o cálculo da distância, em metros, correspondente à 1 ano-luz , através da fórmula de movimento.

$$d = v \times t$$

Proponha o problema seguinte (quadro 13) para que os alunos façam um desenho identificando a posição do Sol e da Terra na comparação feita entre o prédio mais alto do mundo e 1 ano luz.

Só para ter uma idéia!

Considere que o prédio mais alto do mundo, o Burj Dubai, nos Emirados Árabes, com os seus 512 metros de altura seja comparado com a distância de 1 ano-luz. Como representar as distâncias Terra-Sol no desenho?

Quadro 13: Exercício proposto
Fonte: Elaborado pelo autor

Prosseguindo, disponibilize aos alunos a distância da Terra ao Sol como sendo de, aproximadamente, 150 000 000 000 m e solicite que eles encontrem o tempo que a Luz do Sol gasta para chegar até a Terra.

Ao concluir, o professor deve expor que, quanto mais longe avançamos o nosso olhar sobre o universo, mais antiga é visão que temos das coisas. Partindo, por exemplo, da Terra em direção ao Sol e fazendo uma viagem imaginária à outros astros mais distantes, percebe-se que objetos muito distante no espaço devem também apresentar-se como algo remoto no tempo.

Comentários:

O ato de enviar um sinal para o outro celular é apenas demonstrativo de uma situação em que se deseja introduzir a idéia de que, independente do caminho tomado, o sinal sempre será dotado de uma velocidade finita. Ainda que surjam outras razões para se justificar a demora da recepção da ligação, o professor deverá encaminhar a discussão para a questão de interesse que é a velocidade da Luz. O professor deverá desenvolver a noção de que a luz é dotada de movimento. Para percorrer um espaço de 300 000 000 metros a luz gasta apenas 1 segundo. Assim, em 1 minuto a luz percorreria 300000000×60 m e em 1 hora $300000 \times 60 \times 60$ m e, prosseguindo, encontraríamos para 1 ano de percurso da luz, uma incrível medida de, aproximadamente 9 460 800 000 000 000 m.

Note que este é um resultado que pode ser obtido através da equação de movimento $d = v \times t$, onde v é a velocidade da Luz e d é a distância gasta no percurso durante um tempo t , em segundos. Esta equação pode ser aplicada na conversão de ano-luz para metros. Sugerimos que o professor apresente o cálculo na lousa, trabalhando a representação dos números em potência de base 10, mas sempre enfocando a idéia de ano-luz como medida de espaço. Assim, seria conveniente destacar a proporcionalidade direta entre a distância e o tempo na fórmula:

$$d = v \times t$$

Realizando o cálculo, teremos:

$$d = (3 \times 10^8) \times (6 \times 10 \times 6 \times 10 \times 24 \times 3,65 \times 10^2) \approx 9,5 \times 10^{15} \text{ m}$$

Assim, 1 ano-luz vale aproximadamente $9,5 \times 10^{15}$ m e este é o “metro” usado para medir distâncias no universo.

No problema que sugere uma comparação da unidade de ano-luz com o tamanho de um edifício, percebemos que, na representação do imponente Burj Dubai, com os seus 512 metros de altura, a distância entre a Terra e o Sol não passariam do assoalho do primeiro andar. Então, vejamos:

$$\begin{aligned} 1 \text{ ano-luz} &= 9,5 \times 10^{15} \text{ metros} \text{ --- } 512 \text{ metros} \\ &1,5 \times 10^{11} \text{ metros} \text{ ---- } X \\ X &= \frac{512 \times 1,5 \times 10^{11}}{9,5 \times 10^{15}} \approx 0,008 \end{aligned}$$

Assim, a distância Terra-Sol ficaria em torno de 8 milímetros.

O professor também pode mostrar que esse resultado seria equivalente a significância de 8,3 minutos (tempo que a luz do Sol gasta para chegar à Terra) dentro de 1 ano. Já que a velocidade da luz é constante, ela deve se cancelar na comparação.

Ao considerarmos a velocidade da luz no vácuo como 300 000 000 m/s e a distância Terra-Sol como 150 000 000 000 m, o professor pode optar por uma resolução através de uma “regra de três” ou fazer os cálculos substituindo diretamente os números na fórmula. O importante é que, em ambos os casos, o professor dê destaque à proporcionalidade entre o tempo e a distância. Assim teremos:

$$d = v \times t \rightarrow t = \frac{150\,000\,000\,000}{300\,000\,000} = \frac{1500 \times 10^8}{3 \times 10^8} \rightarrow t = 500 \text{ segundos}$$

Note que a luz do Sol demora cerca de 500 segundos ou 8,3 minutos para chegar à Terra. Como a velocidade da Luz é constante, podemos dizer que a distância Terra-Sol é de 8,3 minutos-luz, também podemos afirmar que o tamanho do Sistema Solar é 11 horas-luz, que a distância até Alpha Centauri é 4,3 anos-luz, que o diâmetro da Via Láctea é 100 mil anos-luz, que a distância até a Galáxia de Andrômeda é 2,3 milhões de anos-luz, ao invés de utilizar números enormes em metros para a mesma medida.

Um aspecto interessante relacionado à distância medida em termos de velocidade da luz e do tempo é que, quando olhamos para Alfa de Centauro (a estrela mais próxima da Terra além do Sol), nós a estamos vendo como era há 4 anos atrás, já que a luz que dela sai leva 4

anos para chegar até aqui. Assim, quando olhamos para o céu, de certo modo olhamos para o passado das estrelas e do próprio Universo.

ATIVIDADE 3- Construindo uma constelação

Esta atividade foi dividida em duas partes, sendo que na primeira parte o professor apresentará, através de uma figura, as constelações de Orion e do Homem Velho que são comuns a uma mesma parte do céu. Como outra alternativa para esta atividade encaminhamos procedimentos semelhantes para as constelações da Ema, Escorpião e Cruzeiro do Sul. Em seguida, sugerimos uma atividade de leitura em sala de aula onde o professor irá discutir o que é uma constelação, sob o ponto de vista cultural e científico.

Parte 1.1- Algumas Constelações

O professor, inicialmente, disponibilizará a Figura 9 para cada aluno e irá pedir que eles construam formas de qualquer “coisa”, ligando os pontinhos brancos nela representados. Depois, deve solicitar aos alunos que apresentem à turma o que desenharam. Alguns desenham bichos, outros plantas e até cenários com vários elementos.

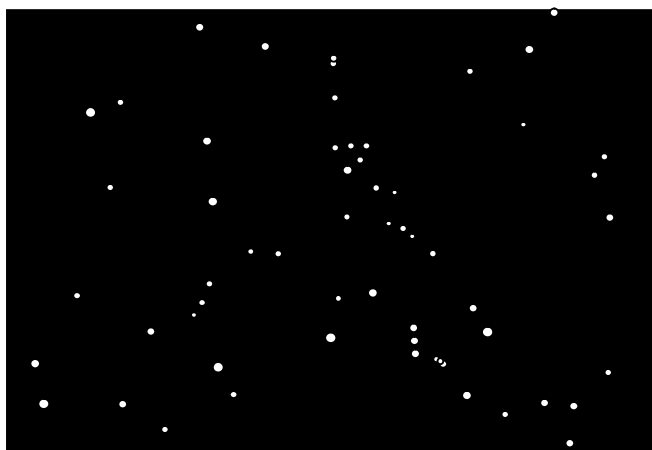


Figura 9: Pontos brilhantes. Qual é a figura que você vê?
Fonte: Afaptada de Afonso, 2009

Após esse ensaio, o professor deve solicitar que alguns alunos mostrem os desenhos que fizeram. Peça para que digam o que representa a figura que construíram. Diga aos alunos que os pontinhos brancos na figura representa uma imagem das estrelas no céu e peça para que comparem o que fizeram à visão dos povos antigos quando olhavam para o céu, em outras palavras, questione o que esses povos enxergavam no céu. Pergunte se os alunos conhecem

alguma constelação. Na sequência, reapresente a Figura 7 para os alunos e mostre, na imagem, a constelação de Orion e a constelação indígena do Homem Velho. Peça para que os alunos reflitam sobre o que significa uma constelação.

Comentários:

O professor deve apresentar, primeiramente, a constelação de Orion para que os alunos a reconheçam na figura 8, montada por eles. Em seguida apresentará as partes que compõem a figura do caçador através da figura 10. A imagem consiste numa representação mais simples da constelação de Orion em que suas partes foram indicadas por setas. Essa constelação se destaca por conter as Três Marias cujos nomes são Mintaka, Alnilan e Alnitaka. O vértice nordeste do quadrilátero é formado pela estrela avermelhada Betelgeuse, que marca o ombro direito do caçador. O vértice sudoeste do quadrilátero é formado pela estrela azulada Rigel, que marca o pé esquerdo de Órion. Estas são as estrelas mais brilhantes da constelação. No hemisfério Sul Órion aparece de ponta cabeça. A sua estrela mais brilhante, Betelgeuse, é classificada como α Orion.

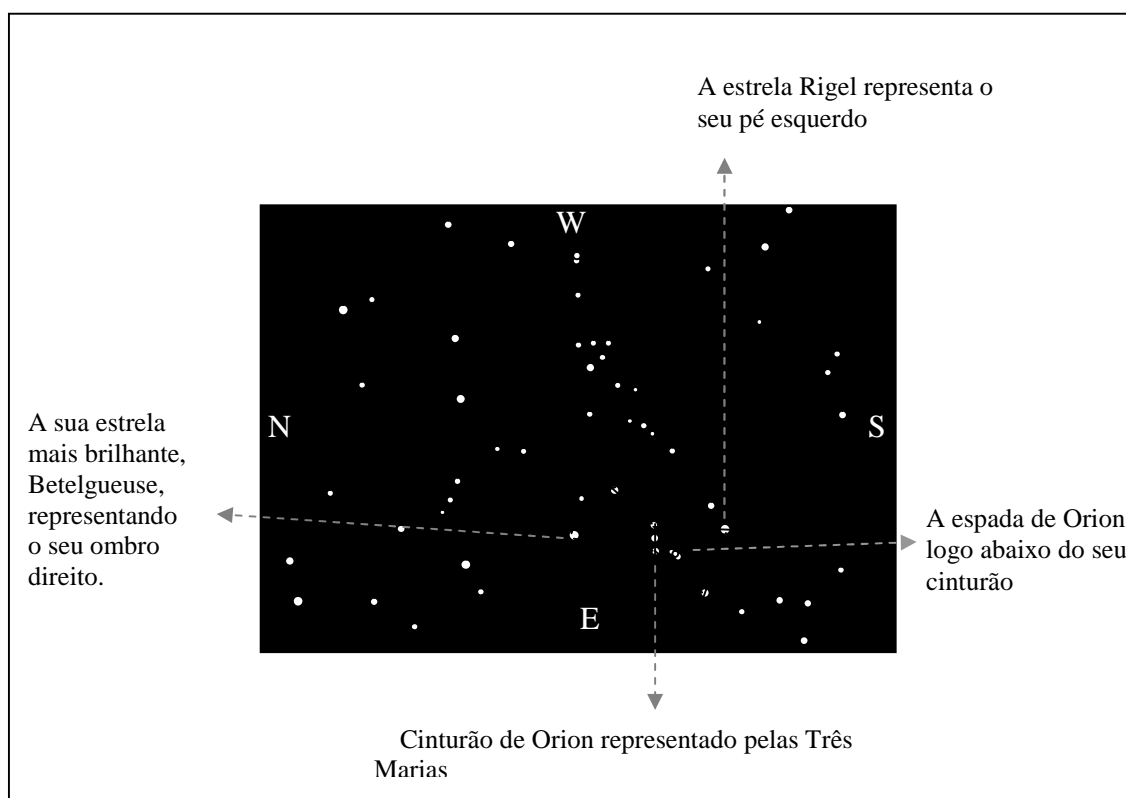


Figura 10: Representação da constelação de Orion e seus componentes
Fonte: Adaptada de Afonso, 2009

Na prática, não é tão fácil associar os nomes das constelações à sua imagem no céu. A figura 11, por exemplo, representa a imagem do caçador sobreposta à constelação que leva o seu nome. Pode se perceber que esta relação é uma construção imaginária das pessoas que a enxergaram no céu pela primeira vez.



Figura 11: Representação de Orion sobreposto à constelação que leva o seu nome.
Fonte: Obtida e adaptada a partir do programa Stellarium, 2009.

O professor apresentará também a constelação do Homem Velho (Figura 12) aos alunos e solicitará que identifiquem a constelação de Órion bem como a sua estrela alfa⁸. Em seguida, deve solicitar que eles identifiquem, na figura, a constelação que eles criaram. Ainda que os alunos não soubessem que a figura 9 se tratava de uma representação do céu, as formas desenhadas por eles poderão retratar uma espécie de “constelação” própria.

A constelação do Homem Velho é formada pelas constelações ocidentais Taurus e Orion. Ela marca o início da estação chuvosa para os índios do norte do Brasil. A figura 12 representa a constelação do Homem Velho. Nesta constelação, a cabeça do Homem Velho é formada por parte da constelação de Touro onde se encontra a Aldebaran (α Tauri), a sua estrela mais brilhante. No penacho do Homem Velho, acima da cabeça, se encontra o aglomerado estelar das Plêiades que os índios entendem como Eixu (ninho de abelhas). Tendo como foco a constelação de Orion, a estrela γ Orionis (Bellatrix) fica na virilha do Homem Velho, sendo que a estrela vermelha α Orionis (Beltegeuse) representa o lugar em que sua perna foi cortada. O Cinturão de Órion (Três Marias) formado pelas estrelas δ Orionis (Mintaka), ϵ Orionis (Alnilam) e ζ Orionis (Alnitak) representa o joelho da perna sadia. A estrela κ Orionis (Saiph) representa o pé da perna sadia.

⁸ A estrela alfa de uma constelação representa a estrela maior brilho aparente. Dentro desta classificação por magnitude, as demais estrelas seguem a ordem do alfabeto grego em ordem decrescente de brilho.

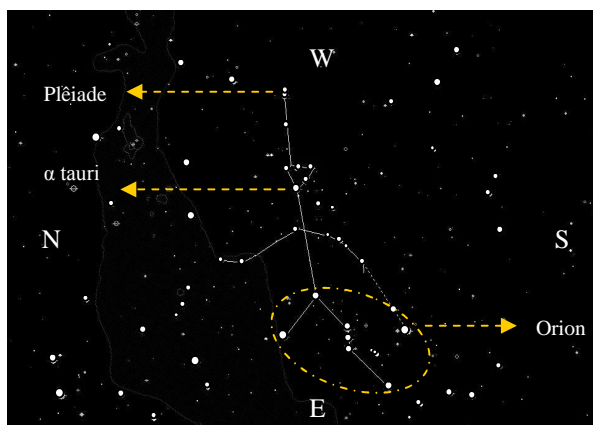


Figura12: Representação da Constelação do Homem Velho e as partes que o constituem.
Fonte: Imagem adaptada de Afonso, 2009

Na situação descrita, as estrelas foram agrupadas de forma diferente, mas suas posições no céu são as mesmas, independente de quem as observa da Terra. As estrelas de uma constelação são praticamente fixas devido à grande distância que as separam de nós. Num primeiro momento, espera-se que a observação desorientada do céu pelos alunos possa levá-los à visualização de figuras celestes muito peculiares. Por essa mesma razão, a representação simbólica dos astros pelos povos indígenas se revela de forma diferente daquelas observadas por outras culturas. Assim, o aluno deve perceber que diferentes conjuntos de estrelas aparecem no céu em determinadas épocas do ano e que as diferentes interpretações dos mesmos são de natureza cultural, merecedoras de atenção e respeito.

Parte 1.2- Outras constelações

O professor pode optar por outras constelações, de acordo com a sua condição de visualização no céu ou mesmo trabalhar com as duas opções, caso tenha mais tempo no currículo. Para isso, sugerimos uma atividade alternativa envolvendo as constelações da Ema, Escorpião e o Cruzeiro do Sul que surgem em ciclos quase que opostos às constelações apresentadas anteriormente. Tal como na atividade anterior, o professor disponibilizará a Figura 13 para cada aluno e pedirá que eles construam figuras imaginárias. Depois, é só seguir o mesmo procedimento da parte 1.1 desta atividade.

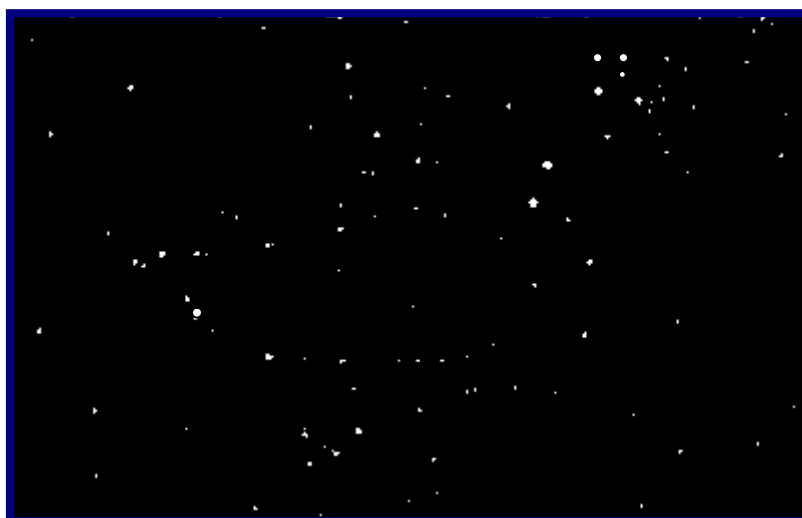


Figura 13: Pontos brilhantes. Qual é a figura que você vê?
Fonte: Adaptada de Afonso, 2009

Na sequência, reapresente aos alunos a figura 14 e aponte, na imagem, a constelação indígena da Ema, a constelação do Cruzeiro do Sul e do Escorpião que a compõe. Por fim, solicite que eles reflitam e expliquem o que significa uma constelação.

Comentários

A constelação da Ema é típica do Hemisfério Sul e era visualizada principalmente pelos índios do sul do Brasil. Segundo Afonso (2006), na segunda quinzena de junho, quando a Ema (Guirá Nhandu, em guarani) surge totalmente ao anoitecer, no lado leste, indica o início do inverno para os índios do sul do Brasil e o início da estação seca para os índios do norte do Brasil. A figura 14, que representa a Ema no céu, é formada por um conjunto de constelações dentre as quais podemos destacar o Cruzeiro do Sul e o Escorpião. A Via Láctea, que aparecia como uma grande mancha clara no céu, era vista pelos índios como plumagem da Ema. As duas estrelas conhecidas como Guardiãs da Cuz (α Centauri e β Centauri) situam-se no pescoço da Ema e simbolizam dois ovos que ela havia engolido.



Figura14: Constelação da Ema contendo as constelações do Cruzeiro do Sul e do Escorpião.
Fonte: Adaptada de Afonso, 2009.

Na prática, não é tão fácil associar os nomes das constelações à sua imagem no céu. A figura 15, por exemplo, representa a imagem do Escorpião sobreposta à constelação que leva o seu nome. Esta relação é uma construção imaginária das pessoas que a enxergaram no céu pela primeira vez. O professor deve começar dizendo que, na constelação da Ema, o Escorpião se estende da cauda até um dos pés da ave e que, no Hemisfério Sul, podemos observar Escorpião nas noites de inverno. Complemente a informação afirmando que seu “corpo” é formado por estrelas e sistemas estelares dos quais se destaca Antares como a estrela mais brilhante de Escorpião. Esta estrela binária recebe o nome de estrela Alfa do Escorpião (Alpha Scorpii), mas também é conhecida popularmente como o Coração do Escorpião, por ter uma cor avermelhada e ser localizada próximo ao centro do seu corpo. Na cauda do Escorpião encontramos duas estrelas bem juntas, a mais brilhante delas é a estrela Shaula que significa “agulhão” em referência ao ferrão do escorpião. Numa região à esquerda dessa estrela encontra-se o centro da nossa Via Láctea sobre a qual o Escorpião “chacoalha” a sua cauda.



Figura 15: Constelação de escorpião.
Fonte: Adaptada de CONSTELAÇÃO..., 2009

O Cruzeiro do Sul (figura 16) representa diversos símbolos do nosso dia-a-dia. Ele está presente na bandeira do Brasil, em brasões de times de futebol e logotipos de várias instituições. Ao apresentar a constelação do Cruzeiro do Sul, o professor deve falar sobre as suas estrelas mais brilhantes. No seu tronco maior temos Alfa do Cruzeiro do Sul que simboliza o "pé" da cruz e é também chamada de Estrela de Magalhães. Segundo Faria (2003), esse nome é uma homenagem ao navegador português Fernão de Magalhães, que por volta de 1520 passou com suas embarcações perto da América do Sul e observou essa constelação no céu. Foi ele o primeiro navegador a comandar uma viagem ao redor da Terra. Na outra extremidade do tronco maior, vê-se uma estrela de brilho avermelhado cujo nome é Rubídea (Gama do Cruzeiro). Nas extremidades dos braços da cruz, temos, de um lado, a estrela Mimosa (Beta do Cruzeiro) e de outro, a estrela Pálida (Delta do Cruzeiro). Ambas são estrelas de coloração azulada. Entre essas estrelas, há uma 5ª estrela que recebe o nome popular de "Intrometida". Ela é a estrela Epsilon do Cruzeiro do Sul e sua posição diferencia a figura do Cruzeiro do Sul de outros conjuntos de estrelas que também se apresentam em forma de cruz. Perto do Cruzeiro do Sul as "guardiãs da Cruz" fazem parte de uma constelação mais antiga chamada Centauro e por isso são chamadas estrelas Alfa do Centauro e Beta do Centauro. Na constelação da Ema estas estrelas representam os ovos engolidos pelo animal.



Figura.16: Constelação do Cruzeiro do Sul.
Fonte: Faria, 2003.

Durante a apresentação das constelações da Ema, do Escorpião e do Cruzeiro do Sul o professor deve solicitar que os alunos procurem identificá-las na figura que construíram. Assim como foi comentado na atividade anterior, os alunos perceberão que a ação de criar figuras é similar ao ato de enxergar uma constelação no céu, ou seja, depende da imaginação de cada pessoa ou de cada cultura.

Parte 2- Afinal, o que é uma constelação?

Nesse momento, sugerimos que o professor peça aos alunos que façam uma pesquisa sobre a história das constelações. O propósito desta parte da atividade é possibilitar o conhecimento do significado histórico de uma constelação no contexto em que foi visualizada e como esse conhecimento evoluiu ao longo dos tempos para a ideia científica atual de constelação.

A ideia é que o professor comente sobre outras constelações, além das que já foram apresentadas. O professor deve sugerir a pesquisas sobre o Cruzeiro do Sul, Escorpião, Órion, o Homem Velho e a EMA, pois são constelações que fazem parte do planejamento de observação. Outras constelações como as do zodíaco também podem ser escolhidas pelos alunos, mas o importante é que, em todos esses casos, a busca se oriente pelas seguintes questões:

A-O que representava as constelações para os povos que as enxergavam no céu?

B- Como as constelações hoje são definidas segundo a astronomia moderna?

Após a pesquisa, solicite que os alunos, de forma individual ou em grupos, apresentem uma síntese do que pesquisaram sobre a constelação escolhida. Também é importante que os alunos entreguem um trabalho escrito sobre o assunto para que possa ajudar o professor na avaliação da atividade.

Comentários:

Ao olharmos para o céu, muitas vezes tentamos enxergar um escorpião, o caçador Orion e outras formas de constelações que alguns livros ensinam. Sempre ficamos curiosos para saber o que aqueles pontos brilhantes de luz significam e como eles podem formar essas figuras. Mas para ver uma constelação é preciso se apaixonar por ela, pela sua história e enxergá-la, primeiro, com os olhos de quem a criou.

As constelações que apareciam no céu marcavam um momento especial para cada sociedade que as viam. As pessoas olhavam para cima e enxergavam estrelas que se ligavam, imaginariamente, umas às outras, formando imagens de bichos, pessoas e outros símbolos que estavam ligados à realidade delas. O Homem Velho, por exemplo, de origem Tupinambá, é uma das principais constelações conhecidas pelos índios brasileiros. Segundo Afonso (2009),

essa constelação representa o mito de um homem cuja esposa estava interessada no seu irmão. Para ficar com o cunhado, a esposa matou o marido, cortando-lhe a perna. Os deuses ficaram com pena do marido e o transformaram em uma constelação. Quando essa constelação “aponta” no céu, os índios sabem que se aproxima a época das águas. Outra constelação vista pelos índios brasileiros e relatada pelo autor é a EMA. Conta o mito guarani que a constelação do Cruzeiro do Sul segura a cabeça da Ema. Caso ela se solte, beberá toda a água da Terra e morreremos de seca e sede.

O Cruzeiro do Sul faz parte de um grupo de constelações mais modernas que serviram como orientação para os grandes navegadores nas conquistas de novos continentes. No Brasil, a primeira referência documentada às suas estrelas como representantes de uma cruz encontra-se na Carta de Mestre João de Faras, o Astrônomo Oficial da Esquadra de Cabral, que faz o seguinte comentário sobre a sua nova descoberta:

Tornando, Senhor, ao propósito, estas Guardas nunca se escondem, antes sempre andam ao derredor sobre o horizonte, e ainda estou em dúvida que não sei qual de aquelas duas mais baixas seja o pólo antártico; e estas estrelas, principalmente as da Cruz, são grandes quase como as do Carro; e a estrela do pólo antártico, ou Sul, é pequena como a da Norte e muito clara, e a estrela que está em cima de toda a Cruz é muito pequena. (BRASIL, 2010).

As constelações de Orion e de Escorpião também podem ser vistas no Hemisfério Sul. Elas foram identificadas tanto pelos gregos quanto pelos egípcios e persas. A origem egípcia lembra as secas que devastavam a região do Nilo. Antares, a estrela mais brilhante de Escorpião, era considerada uma das “guardiãs” do céu segundo os persas. Já a mitologia grega tem outra explicação para a constelação. Contam que Ártemis, a caçadora, enviou o Escorpião para picar Orion, o seu rival, nas caçadas. Mas isso nunca acontecia, pois quando Escorpião surge no leste, Orion “desaparece” ao poente, o que faz sentido uma vez que estas constelações apareciam em diferentes estações do ano. Orion é uma constelação que surge no hemisfério sul durante o verão enquanto Escorpião é uma constelação típica de inverno. Possivelmente os alunos tenham mais curiosidade em saber sobre constelações que representam seu signo zodiacal. Escorpião, por exemplo, é uma destas constelações que se caracterizam por situarem num círculo conhecido como eclíptica que é o caminho aparente que o Sol faz, tendo ao fundo as estrelas brilhantes.⁹

O conhecimento sobre uma constelação evoluiu ao longo dos tempos e passou a ter uma definição mais rigorosa associada ao mapeamento celeste. As constelações que são hoje

⁹ Uma compreensão histórico-científica sobre as constelações do zodíaco pode ser aprofundada através do Observatório Astronômico Frei Rosário – UFMG (PIRES, 2010).

oficialmente reconhecidas foram inicialmente documentadas por Claudius Ptolomeu (Egito, 85-165 D.C.). Ptolomeu compilou 48 constelações em seu tratado astronômico *Almagesto*. Mais tarde, outros astrônomos viriam a completar a lista de um total de 88 constelações que foram oficializadas pela União Astronômica Internacional (IAU) em 1930. Pela definição da IAU, uma constelação é uma área poligonal, escolhida de modo a conter as estrelas historicamente associadas às constelações.

Através da pesquisa, os alunos devem compreender que algumas constelações são associadas às atividades de caçadores outras se relacionam às atividades de pesca, agricultura, o louvor aos deuses e também às grandes navegações. Contudo é também importante que eles saibam que, para a ciência moderna, as constelações são definidas como áreas no céu, divididas de forma lógica, considerando também a sua história e ajudando a trazer alguma ordem à distribuição dos astros no céu.

Apesar de algumas estrelas possuírem nomes próprios, uma das formas científicas de se designar as estrelas em cada constelação é através das letras do alfabeto grego (alfa, beta, gama, delta etc.), de acordo com o brilho que apresentam. Em praticamente todos os casos, a mais brilhante é a Alfa, nome da primeira letra do alfabeto grego; a segunda em brilho é a Beta daquela constelação; a terceira é a Gama e assim por diante.

O espaço celeste é um campo aberto à nossa imaginação. Segundo Fares et al. (2001), quando as pessoas olham para o céu e criam símbolos para resolver seus problemas cotidianos, ocorre aí a exteriorização de todo um universo cultural e imaginário. Portanto, constelações para quem as criou e para os povos que delas faziam uso, podem ser entendidas não só como um agrupamento de estrelas, mas como a representação simbólica de um conjunto de valores, crenças e costumes próprios de cada sociedade.

ATIVIDADE 4 - Localizando o Cruzeiro do Sul no Espaço

Para esta situação de aprendizagem sugerimos uma apresentação espacial da Constelação do Cruzeiro do Sul através de uma maquete construída pelos alunos. Essa prática deve desenvolver a noção de profundidade dos astros que se apresentam no céu. Indicamos a constelação do Cruzeiro do Sul por se tratar de uma constelação que se faz representar com um número pequeno de estrelas, além de ser mais conhecida.

Antes de desenvolver esta atividade o professor deve solicitar que os alunos pesquisem sobre a constelação do Cruzeiro do Sul. Além disso, o professor deve preparar o material que será utilizado na montagem. Sugerimos que o professor disponibilize para cada grupo de

alunos um kit que será composto de 5 esferas de isopor com diâmetro igual a 1cm, cada; tesoura, cola e jornais para a confecção de varetas. Cada grupo deve confeccionar 5 varetas enrolando o jornal. Depois esses canudinhos servirão de suporte para as bolinhas. Também será preciso de uma prancha de isopor recortada em tamanho 20cmx30cm que servirá de base para a montagem da constelação.

Acompanhando a figura 17 o procedimento a ser instruído é simples, basta reunir os alunos em grupo e solicitar que desenhem o Cruzeiro do Sul sobre a prancha de isopor. Daí é só pregar as varetas de jornal na posição de cada estrela na prancha e prender as esferas de isopor nas pontas dessas hastes, seguindo as medidas das distâncias no *quadro 6*. Assim, cada grupo terá confeccionado uma maquete do cruzeiro do Sul, levando em conta sua distância em relação à Terra (base de isopor). O trabalho dos alunos será o de recortar as varetas nas medidas apresentadas no *quadro 6* e “suspender” as estrelas desenhadas por eles na prancha, representando cada estrela por esferas de isopor presas nas pontas dessas hastes.

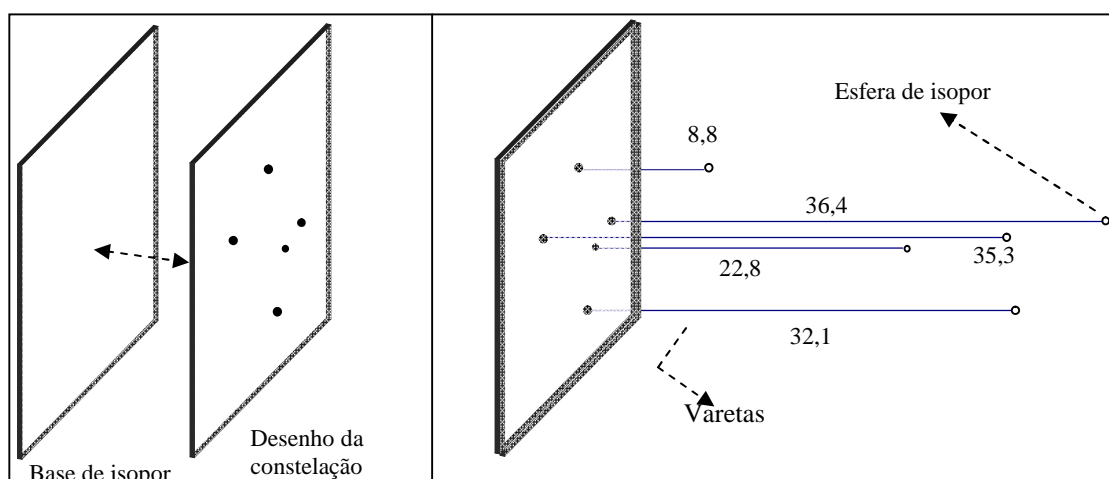


Figura. 17: Representação das etapas de construção da maquete do Cruzeiro do Sul: em a uma base de isopor com um desenho da constelação; em b a montagem com os canudinhos e bolas de isopor.

Fonte: Adaptada de SILVA; RIBAS, FREITAS, 2008

No momento de encaminhar a atividade, disponha os alunos em grupo, solicitando que apresentem o que pesquisaram sobre a constelação. Solicite que um aluno desenhe o Cruzeiro do Sul no quadro e, na oportunidade, apresente-lhes as principais estrelas desta constelação. Sugerimos que o professor apresente aos alunos o *quadro 6* que contém os nomes das principais estrelas do Cruzeiro do Sul com as suas respectivas distâncias em relação à Terra. As medidas foram obtidas em ano-luz a partir do simulador virtual Stellarium e transformadas por uma escala de 1cm para cada 10 anos-luz.

	Distância (Anos-luz)	Distância (cm)
α Crucis (Magalhães)	321,0	32,10
β Crucis (Mimosa)	352,6	35,26
γ Crucis (Rubídia)	88,0	8,80
δ Crucis (Pálida)	364,0	36,40
ε Crucis (Intrometida)	228,1	22,81

Quadro 14: Astros do Cruzeiro do Sul e suas distâncias reais e transformadas
Fonte: Adaptada de SILVA; RIBAS, FREITAS, 2008

Depois, cada grupo deve ser orientado a desenhar a constelação na base de isopor. Solicite que os alunos vierem as prancha de lado e questione por que não é possível ver as estrelas que foram desenhadas. Pergunte, por exemplo, se as estrelas que compõem o Cruzeiro do Sul estão a uma mesma distância da Terra ou estão uma mais longe do que a outra. Na seqüência, peça para que cada grupo “suspenda” as estrelas do plano do isopor de acordo com suas respectivas distâncias.

Solicite que os grupos expliquem o que significa a montagem feita. Por exemplo, o que representa a bolinha α Crucis (Magalhães) a 32,1 cm da base de isopor? Girando a montagem, peça para que observem se a aparência do cruzeiro do Sul é a mesma em qualquer direção do espaço.

Como fechamento da atividade, recomendamos que o professor comente sobre a configuração espacial das estrelas no universo e diga que, apesar de vermos o céu como um “manto” em que todas as estrelas parecem presas, o que acontece é exatamente o contrário: as estrelas estão situadas em profundidades diferentes em relação à Terra e os astros que compõem uma constelação se distribuem no espaço.

Comentário:

O professor pode começar perguntando os alunos sobre a pesquisa que fizeram ou o que encontraram sobre essa constelação. Em geral, o Cruzeiro do Sul, representa diversos símbolos, estando presente na bandeira do Brasil em times de futebol como o Cruzeiro, logotipos de empresas, etc. Ela é uma constelação típica do Hemisfério Sul, não sendo possível vê-la no Hemisfério Norte.

O trabalho dos alunos consiste em recortar os canudinhos nas medidas apresentadas no *quadro 6* e “suspender” as estrelas desenhadas por eles na prancha, representando cada estrela por bolinhas de isopor presas nas pontas dessas hastes.

Antes de solicitar que os alunos construam a maquete o professor deve discutir o *quadro 6*, mostrando que as distâncias das estrelas à Terra foram medidas em ano-luz e que foram convertidas em escala para unidades de centímetros. Caso julgue necessário, o professor pode mostrar como se converte estas medidas utilizando 1cm para representar cada 10 anos-luz.

Ao concluírem a maquete, espera-se que os alunos tenham estímulos suficiente para compreender que tudo o que está no espaço se projeta sobre uma região imaginária que pensamos ser o fundo negro em que todos os astros se encontram. Esta aliás, é a nossa primeira noção de céu. Entretanto, os objetos celestes estão situados em profundidades¹⁰ diferentes. Na figura 18, por exemplo, representamos algumas das estrelas da constelação do Cruzeiro do Sul projetadas sobre a visão de um observador situado na Terra. A intensão é representar a distância das estrelas em profundidade. Vistas da Terra, essas estrelas parecem estar sob um mesmo plano. Entretanto, percebe-se, pela visão espacial, que as estrelas se localizam em distâncias diferentes em relação à Terra. A estrela Gama do Cruzeiro do Sul (Rubídea) é a que se encontra mais próxima de nós, à 88 anos-luz, enquanto a mais distante (Pálida ou delta do Cruzeiro do Sul) se encontra à 364 anos-luz da Terra.

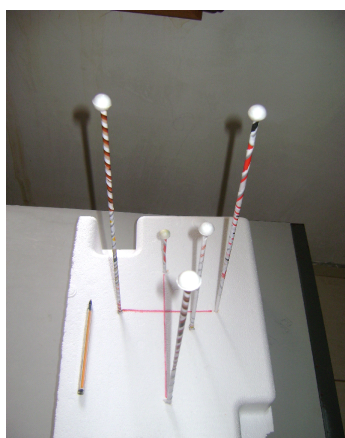


Figura18: Maquete do Cruzeiro do Sul.
Fonte: Elaborada pelo autor

Assim, ao desenvolver esta atividade prática, o professor terá condições de argumentar sobre uma dimensão pouco conhecida pelos alunos: a distância em profundidade dos astros.

¹⁰ Para maior simplicidade, não apresentamos dados das demais coordenadas, azimute e altura, nem mesmo tamanho desses objetos. Um aprofundamento nesse sentido pode ser feito a partir da seguinte fonte: Silva, Ribas e Freitas, 2008.

ATIVIDADE 5: Observando o Céu

Esta atividade se divide em três momentos dispostos em seqüência. O primeiro trata de uma atividade de preparação onde o professor deve ensaiar a observação do céu, levantando alguns objetos de interesse, como constelações e planetas. Num próximo momento, encaminhamos uma atividade de campo no pátio da escola onde se pretende observar o céu a fim de localizar esses objetos celestes, com destaque para a constelação do Cruzeiro do Sul. Como fechamento, propomos que o professor solicite que os alunos elaborem um relatório descritivo sobre a observação.

Parte 1 – Ensaando a observação do Céu

O professor deverá, inicialmente, apresentar uma carta celeste para que os alunos localizem nela algumas constelações e astros. Posteriormente, os alunos serão instruídos sobre a localização dos pontos cardeais para que possam simular a posição aproximada do Cruzeiro do Sul na sala de aula. Na oportunidade, aprenderão também a localizar outras constelações trabalhadas em momentos anteriores.

As cartas celestes são mapas do céu específicos de cada região e data. Através de uma carta celeste podemos localizar constelações e diversos astros como, estrelas, planetas e outros. Atualmente, existem diversos programas na Internet que geram esses mapas gratuitamente. Para ter acesso ao mapa celeste relativo à sua cidade, uma opção é digitar na barra de Internet o endereço www.zenite.nu?nomedacidade (substituindo nomedacidade pelo nome da sua cidade). Ao clicar no ícone mapa do céu aparecerá uma imagem semelhante à da figura 18. Para alterar as configurações, basta inserir data, horário e local desejado para que o programa simule o céu naquele momento e lugar.

A carta celeste apresentada a seguir é referente ao céu de Teófilo Otoni do dia 20 de março de 2009 às 20:00. Disponibilize cópias deste material para os alunos e peça que localizem as constelações do Cruzeiro do Sul e de Orion na figura. Com base no mito sobre as constelações de Orion e do Escorpião, questione por que não vemos a constelação de Escorpião neste mapa. Mostre aos alunos em qual constelação podemos encontrar o Planeta Saturno nesta noite.

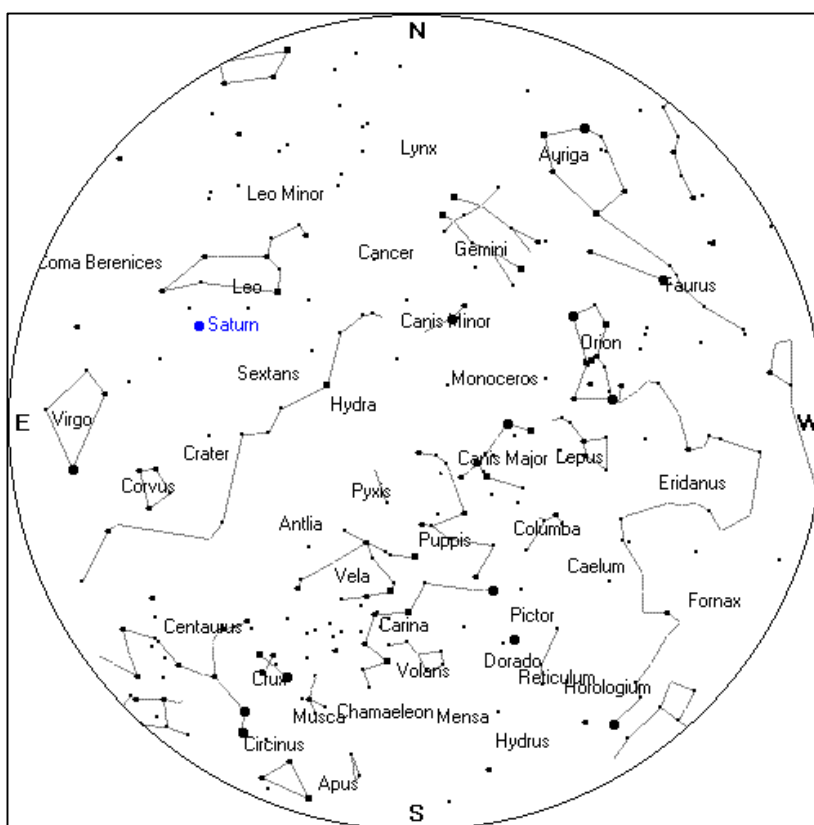


Figura 19: Mapa do céu de Teófilo Otoni do dia 20 de março de 2009 às 20:00.
Fonte: ZENITE, 2009

A título de exemplo para uma atividade preparatória de observação do céu, sugerimos que o professor utilize a carta celeste da figura 19 para que o aluno simule a localização do Cruzeiro do Sul na sala de aula. A escolha dessa constelação se justifica pelo fato de ser muito popular e de fácil observação. Para fazer a demonstração o professor deve ensinar os alunos as direções, aproximadas, dos pólos norte(N), sul(S), leste(E) e oeste(O), localizando essas direções na sala de aula. Para “localizar” o cruzeiro do Sul, os alunos deverão segurar a carta celeste de frente para o rosto, de forma que a parte de trás da carta aponte para o teto da sala, alinhando a direção dos seus pólos N e S à direção dos pólos da N e S da sala, conforme a figura 20.

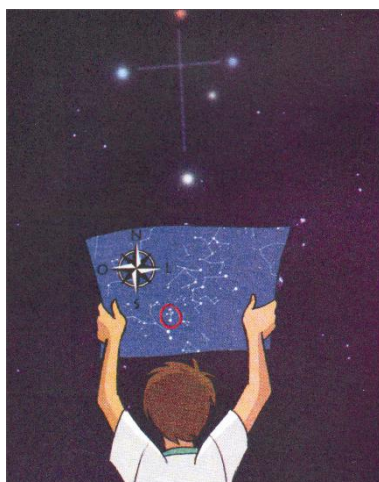


Figura 20: Carta celeste posicionada em direção à constelação do Cruzeiro do Sul.
Fonte: São Paulo, 2008a.

Como dissemos, a carta celeste é específica de cada lugar e cada momento. Assim, caso a atividade de observação seja programada para uma data diferente que está na carta que apresentamos, sugerimos que o professor obtenha uma nova carta celeste através do endereço eletrônico indicado no início dessa atividade ou faça uma adaptação dos horários de observação, diminuindo 4 minutos para cada dia além do dia 20 de março ou aumentando 4 minutos para cada dia antes desta data. Por exemplo, se pretendemos utilizar a carta no dia 21 de março, o horário propício para a observação não será mais 20h, mas sim 19h56min.

Comentários:

Através da carta celeste podemos localizar algumas das constelações apresentadas nas atividades anteriores. Órion, por exemplo, se encontra entre os pontos W e N como se pode visualizar na figura 21. Na carta apresentada não podemos ver a constelação de Escorpião, pois as constelações de Orion e Escorpião demarcam épocas opostas no ciclo das estações do ano, ou seja, quando Órion está visível de um lado da Terra, a constelação de Escorpião se “esconde” em lado oposto. No texto da atividade 3 apresentamos uma breve história do mito que envolve a origem dessas constelações. O professor pode recontar essa história, aproveitando para relacioná-la à dinâmica do céu, onde as constelações mudam, aparentemente, suas posições no céu ao longo do ano. Assim, é oportuno explicar que uma carta celeste é como uma fotografia que registra o céu de um determinado lugar num dado momento.

Observe que na carta celeste apresentada, o Cruzeiro do Sul se encontra próximo ao pólo sul da carta, mas não precisamente sobre esse pólo. Aliás, é um engano dizer que o Cruzeiro do Sul se encontra sobre o Pólo Sul da Terra, assim como é um equívoco pensarmos que a figura do Cruzeiro do Sul está exatamente sobre o pólo Sul (S) da carta celeste. Assim, iremos localizar o Cruzeiro do Sul numa região da Carta Celeste entre os pontos S e E, na parte inferior, envolvida pela constelação de Centauro como se visualiza na figura 21.

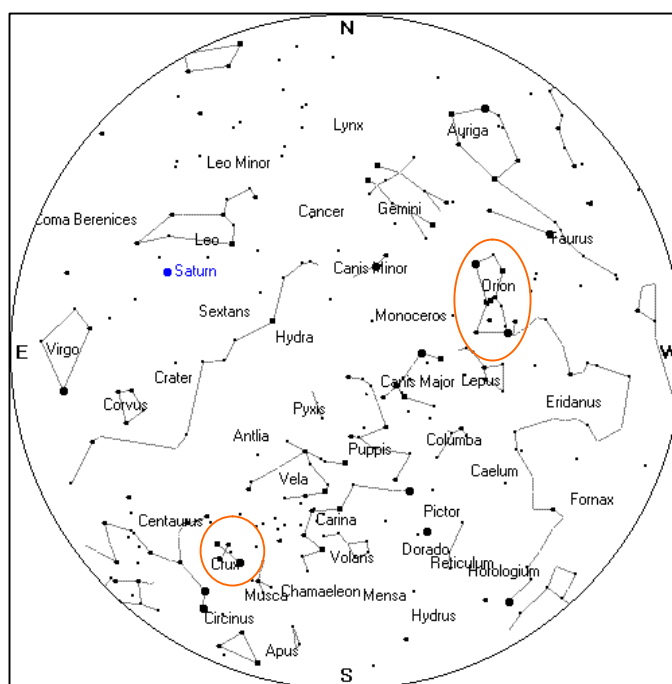


Figura 21: Localização do Cruzeiro do Sul e Orion no mapa do céu de Teófilo Otoni do dia 20 de março de 2009 às 20:00.

Fonte: ZENITE, 2009

Nesta imagem também podemos ver que o planeta saturno está próximo da constelação de Leão. Esta é uma constelação do Zodíaco que representa a divisão da esfera celeste em 12 constelações clássicas¹¹. Os 360 graus da circunferência estão divididos em 12 signos zodiacais (Áries ou Carneiro, Touro, Gêmeos, Câncer ou Caranguejo, Leão, Virgem, Libra ou Balança, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário e Peixes) Uma forma de distinguir os planetas das estrelas no céu é identificar primeiro as constelações zodiacais que estarão na sua direção, vistos da Terra. Em geral, o astro diferente que está no rumo da constelação deve ser um planeta que, em grego, significa vagabundo ou errante. A definição de astro errante é porque os planetas se moviam em relação às estrelas fixas, quando vistos da Terra.

¹¹ Tradicionalmente, só as primeiras doze fazem parte do zodíaco. Mas, a partir de 1930, quando a União Astronômica Internacional padronizou as constelações, Ophiuchus é incluído, e o zodíaco passa a ter 13 constelações.

Assim, será possível simular uma observação do céu sem sair da sala de aula, discutindo também a possível localização de outros astros na carta celeste.

2ª Parte - Observando o Céu

Esta atividade dá seqüência à preparação feita na atividade anterior e o seu desenvolvimento consiste em levar os alunos ao pátio da escola para que eles possam observar o céu identificando, inicialmente, os astros do seu interesse para que depois possam localizar o Cruzeiro do Sul e outros objetos celestes, conforme foi planejado em sala de aula.

Durante a observação é importante que haja um encaminhamento da atividade. Solicite que os alunos localizem os pólos geográficos do lugar e depois utilizem a Carta Celeste para identificar o Cruzeiro do Sul. O professor deve ainda sugerir que os alunos identifiquem as estrelas dessa constelação. Num outro momento da observação, o professor deve propor a visualização de um planeta como desafio para os alunos, de acordo com o que apresentamos anteriormente. Sugira aos alunos que anotem as observações.

Comentários:

O professor pode se perguntar: por que observar o céu? Ao sugerirmos esta atividade pensamos, primeiramente, no aspecto estimulante que a observação do céu deve provocar nos alunos. Além disso, pretendemos fazer do céu o instrumento de mudança da visão de mundo do aluno, o que torna necessário a sistematização dos objetos da observação.

Mesmo numa observação no pátio da escola, as estrelas podem ser vistas aos milhares e cada uma delas pertence a algum tipo de constelação que, em geral, são de difícil identificação. Conforme previamente indicamos, a constelação do Cruzeiro do Sul possui características que a torna um objeto de fácil visualização no céu. Como a escolha dessa constelação está condicionada à época em que ela está visível no céu, sugerimos que o professor observe atentamente essa condição e, se necessário, faça uma adaptação do curso à uma outra constelação como a de Orion, por exemplo.

3ª Parte-confeção dos relatórios

Neste momento, sugerimos que o professor proponha a elaboração dos relatórios pelos alunos tendo como base a observação do céu feita na atividade anterior.

Oriente a escrita dos alunos na confecção dos relatórios, chamando-lhes a atenção sobre quais eram as principais coisas que eles conheciam no céu antes da observação. Pode ser que os alunos conhecem alguma constelação e se surpreendam ao não vê-la no céu. Solicite que os alunos reflitam sobre as coisas que mais lhes chamaram a atenção durante a observação, como eles localizaram a constelação do Cruzeiro do Sul, em que época eles poderão observá-la novamente, como é a constelação no céu. Solicite que eles façam um desenho da constelação com as suas principais estrelas. Por fim, solicite que os alunos descrevam outros objetos celestes observados.

Comentários:

À medida que vamos explorando o céu, ensaiando os primeiros passos na imensidão, nosso olhar se volta para as regiões mais profundas do firmamento onde há sempre um novo mundo a ser descoberto. Esta 3ª parte encerra a atividade “Observando o Céu” com uma produção de texto pelos alunos. Ao escrever sobre sua atividade de observação, os alunos terão a oportunidade de expressar-se utilizando conceitos do mundo com o qual passou a conviver, o mundo das constelações. Ele é tentado a ir além da lousa ou do livro e despejar sobre o papel suas emoções em relato de suas experiências. Caberá ao professor, propiciar esse clima de comunicação que possibilite um trabalho criativo de articulação com o que foi vivenciado.

ATIVIDADE 6- O Sistema Solar

Esta atividade se compõe de duas partes sendo que, na primeira parte, sugerimos uma simulação dos astros do nosso sistema solar feita pelos alunos. Na segunda parte, encaminhamos uma discussão especialmente sobre o Sol, destacando a sua importância como fonte de energia e de sustentação da vida na Terra.

PARTE 1- Representando o Sistema Solar

A atividade consiste numa apresentação dos astros do sistema solar a partir de uma representação corporal feita pelos alunos. Alguns alunos simularão o sistema solar, encenando as posições dos astros que o compõem. Para isso, os alunos pesquisarão sobre o sistema solar como forma de se prepararem para a apresentação.

Inicialmente, o professor solicitará dos alunos uma pesquisa geral sobre o nosso sistema solar, explicando para os alunos que eles deverão fazer uma encenação sobre o assunto. Solicite que os alunos tragam, textos e figuras contendo imagens de planetas, Lua, Cometas, Asteróides e o próprio Sol para que possam aprender mais sobre cada astro. Como preparação, o professor deve solicitar que os alunos apresentem o que pesquisaram e digam como é possível representar a situação com o próprio corpo. Neste momento o professor deve apresentar e discutir algumas figuras do sistema solar, mostrando as suas grandes regiões, explicando sobre a definição atual de planeta e dar uma idéia de como os alunos poderão se apresentar. Dessa forma, enquanto aprendem mais sobre o nosso sistema solar, os alunos terão condições de pensar numa maneira de organizar espacialmente a encenação dos astros.

Em seguida, o professor distribuirá os papéis de cada aluno, recomendando-lhes uma pesquisa mais específica sobre o objeto celeste que representará. Em geral, como são muitos alunos os papéis se reduzem a uma sucinta apresentação dos astros. Sugerimos que a representação ocorra em lugar com relativa facilidade de movimentação, onde os alunos possam simular alguns movimentos.

Durante a representação, levante questões que remetam as simulações à sua correspondência dentro do sistema solar. Por exemplo, o que significa dentro do sistema solar o andar de um aluno em torno de uma pessoa. O que significa o giro que cada aluno dá em torno de si? De que são constituídos os planetas? Peça para eles que se imaginem morando em outros planetas. Como seria o dia nesse planeta?

Comentários:

O sistema solar é assim chamado por ter o Sol como o principal astro que, sozinho representa cerca de 99% da massa conhecida nessa região do espaço. Desde os primórdios da civilização os astros do nosso sistema solar já eram observados. Os planetas chamavam a atenção pelos movimentos peculiares que se diferenciavam do movimento das estrelas em relação à Terra. Mais tarde, com o avanço da ciência e dos instrumentos de observação do céu, outros objetos celestes foram descobertos dentro do nosso sistema solar e classificados como asteróides, satélites, cometas entre outros.

A figura 23 abaixo, assim como qualquer outra do tipo, não se encontra em escala e isso pode ser constatado com uma régua, comparando o diâmetro da Terra e o diâmetro do Sol com suas dimensões reais. Tendo o Sol como referência, os planetas nesta imagem estão

dispostos na seguinte ordem crescente de órbita: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

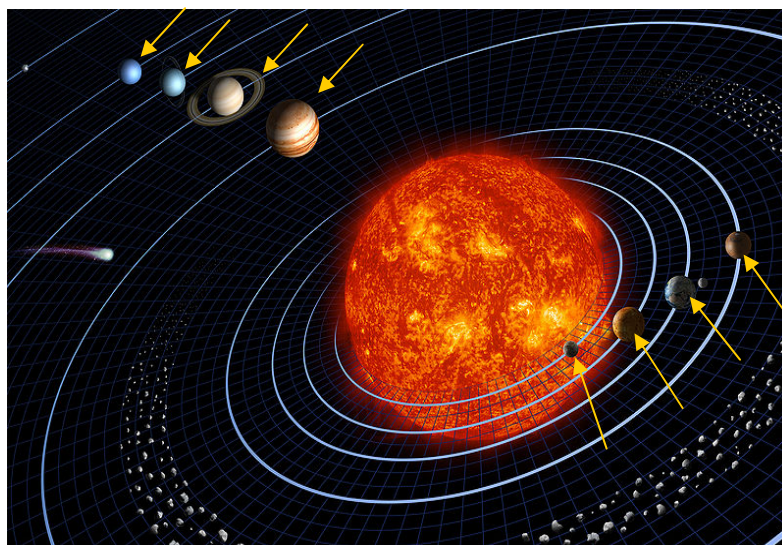


Figura 23: Representação do sistema solar e alguns dos corpos que o compõem.
Fonte: O Cantinho da Ciência, 2010

Ao listar os astros, o professor deve expor para os alunos as novas regras que definem um planeta. De acordo com a IAU, um planeta precisa satisfazer a três critérios: ele deve orbitar o Sol, ele deve ser grande o suficiente para que sua própria gravidade possa moldá-lo dentro da forma de uma esfera e sua vizinhança orbital deve estar livre de outros objetos. Com esta definição, desde 24 de Agosto de 2006, Plutão deixou de ser classificado como planeta e passou a ser denominado como planeta anão. Objetos que orbitam o Sol e são redondos por sua própria gravidade, mas não possuem sua vizinhança “limpa”, são denominados Planetas Anões . O nosso sistema solar, tem agora 8 planetas que percorrem órbitas elípticas ao redor do Sol.

Apresentando o sistema solar, o professor pode começar pela classificação das suas grandes regiões. Começaria pelos Planetas Terrestres que compreendem 4 planetas rochosos: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Planetas que possuem superfícies compactas e atmosfera significativa com exceção de Mercúrio que praticamente não possui atmosfera.

Dando seqüência, o professor pode dizer que em outra grande região encontramos os Planetas Jupterianos (jovianos) que apresentam grandes dimensões e são também referidos como gigantes gasosos por não apresentarem superfícies rochosas, sendo compostos de elementos leves como Hélio e Hidrogênio. São eles os planetas Júpiter, Saturno, Urano e Netuno que se encontram mais distantes do Sol e possuem pequena densidade. A gravidade na superfície de um planeta é função de sua massa e do seu raio característico. A gravidade na

superfície de Júpiter, por exemplo, é maior do que a da Terra, tanto que um peso de 1 kgf, medido na superfície da Terra, teria 23kgf medido na superfície desse gigante gasoso.

Há ainda outra grande região denominada Cinturão de Asteróides que fica entre Marte e Júpiter, formando uma espécie de zona de transição entre os planetas Terrestres e os Planetas Jupterianos. Nessa faixa se localiza uma grande quantidade de asteróides e o planeta anão Ceres que é o maior corpo celeste do cinturão.

Finalmente, os objetos Transnetuniano, como o próprio nome diz, são objetos frios situados além da Órbita de Netuno e estão muito distantes do Sol, como é o caso atual de Plutão¹². Há inclusive teorias, em estudo, que apontam essa região como zona de instabilidade de onde surgem cometas que descrevem órbitas de grandes períodos em torno do Sol.

Além dessas grandes regiões, o Sistema Solar apresenta fenômenos atmosféricos como as chamadas “estrelas cadentes” que, na verdade, são pequenos fragmentos de rocha que geram incandescência por atrito ao penetrarem na atmosfera terrestre.

Para que os alunos se organizem no espaço da apresentação, o professor pode ainda argumentar sobre as características de alguns planetas, conforme leitura do Quadro 15. Um dado interessante nesta tabela é que a rotação de Mercúrio (58,6 dias terrestres) é quase o seu período de sua translação (87,7 dias terrestres). Imagine uma pessoa em Mercúrio tendo que aguardar um ano inteiro para que o seu dia passe. Outro fato curioso acontece com a órbita de Vênus, popularmente conhecido como "Estrela Dalva" ou "Estrela do Pastor". O ano desse planeta dura 224,7 dias terrestres enquanto o dia dura -243 dias terrestres. Assim, o ano em Vênus é menor do que o seu dia, sendo que o sinal de menos indica apenas que a rotação de Vênus é no sentido contrário ao dos outros planetas. Enquanto o Sol nasce do lado leste em todos os demais planetas, em Vênus o Sol nasce do lado oeste.

¹² Pelo fato da Órbita de Plutão ser tão excêntrica, em dado momento, ela atravessada a Órbita de Netuno.

Planeta	Raio(km)	Distância ao Sol (1000 km)	Translação (dias)	Rotação (dias)
Mercúrio	2439	57910	87,97	58,6
Vênus	6052	108200	224,70	-243
Terra	6378	149600	365,26	0,99
Marte	3397	227940	686,98	1,03
Júpiter	71492	778330	4332,71	0,41
Saturno	60268	1429400	10759,50	0,45
Urano	25559	2870990	30685,00	-0,72
Netuno	24764	4504300	60190,00	0,67

Quadro 15: Representação das distâncias e períodos dos planetas no Sistema Solar
Fonte: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010a

Como a idéia não é esgotar todas as informações de objetos do Sistema Solar, sugerimos que o professor indique algumas fontes para que os alunos pesquisem sobre os astros e suas características básicas, como durações do dia e ano em cada planeta, tamanho, temperatura, distância em relação ao Sol, as luas que apresentam e outros fenômenos curiosos¹³.

PARTE 2: O Sol como fonte de energia

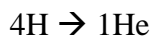
Nesta atividade o professor promoverá primeiramente uma discussão sobre as principais fontes de energia disponíveis na Terra, especialmente aquelas originárias do Sol. Após esta introdução, sugerimos que se discuta o processo básico da fusão termonuclear no interior do Sol, associando as transformações da matéria no seu interior à sua “vida”.

Discuta com os alunos sobre a origem das seguintes fontes de energia: Alimentos; Energia elétrica; Energia eólica; Combustível fóssil (carvão, petróleo, gás natural)

Nesta fase os alunos já devem ter idéia de que o Sol é a principal fonte de energia que dá origem à outras formas conhecidas de energia e mantém a vida na Terra, mas como esta energia solar é gerada?

¹³ Descrições mais específicas de corpos do Sistema Solar podem ser encontradas no Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010b).

Professor deve começar dizendo que uma estrela está "viva" quando ocorrem reações de fusão termonucleares no seu núcleo. Em estrelas como o Sol, as reações mais importantes são as que resultam, após várias etapas, na transformação de quatro núcleos de hidrogênio (quatro prótons) em um núcleo de hélio (partícula alfa), ou seja:



O quadro 16 abaixo fornece valores de massa dessas partículas

Partícula	Massa atômica
próton	1,0078 u
partícula alfa	4,0026 u

Quadro 16: Massa atômica por partícula
Fonte: Adaptado de PIRES, 2008

Solicite aos alunos que obtenha o valor da massa de 4 prótons e compare o resultado com a massa da partícula alfa(núcleo de Hélio). Qual é a diferença percebida? Como explicar essa massa desaparecida na reação?

De acordo com as respostas peça aos alunos que reflitam sobre o que deve ocorrer com o Sol diante dessa massa convertida em energia.

Comentários

Todas as formas de energias mencionadas levam ao Sol como fonte primária de energia. De toda energia gerada pelo Sol, apenas uma parcela é que chega até a Terra. Aqui ela contribui para: o aquecimento do planeta, ocasionando as chuvas que ajudam a abastecer as hidrelétricas; a fotossíntese que é fundamental para os vegetais que entram na nossa cadeia alimentar e conseqüentemente nos mantém vivos; a constituição de combustíveis fósseis, resultante de decomposição das plantas e dos animais ao longo de muitos anos. Tudo isso não seria possível se não existisse a luz do Sol. Neste caso, o professor deve chamar a atenção dos alunos sobre o processo pelo qual o Sol gera esta energia que mantém a vida na Terra.

Existem muitas formas de reação termonuclear acontecendo no interior do Sol, dentre elas a mais simples é a que converte núcleos de Hidrogênio em núcleos de Hélio. Nesta transformação, há diversas transformações intermediárias que não convém abordarmos neste estudo. De forma geral, existe uma diferença de massa entre a que entrou na reação (maior) e a massa que saiu (menor). Essa matéria "desaparecida" é transformada em energia.

$$\begin{array}{l}
 4(\text{prótons}) \times 1,0078u \rightarrow 4,0312u \\
 (\text{alfa})1 \times 4,0026u \rightarrow 4,0026u
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 4(\text{prótons}) \times 1,0078u \rightarrow 4,0312u \\ (\text{alfa})1 \times 4,0026u \rightarrow 4,0026u \end{array}} \right\} \boxed{\text{Diferença de massa } = 0,0286u}$$

Em termos percentuais, podemos dizer que, da massa que entrou na reação, apenas $\left(\frac{0,0286}{4,0312} = 0,007\right)$, ou seja 0,7% se transforma em energia. A massa que entra nessa reação é apenas a massa que se encontra no núcleo da estrela, pois apenas no núcleo a estrela atinge temperaturas suficientemente altas para permitir as reações termonucleares. A massa da estrela contida em seu núcleo é aproximadamente 10% da massa total da estrela. Isso significa que, de toda a massa da estrela, apenas 10% contribui para a geração de energia durante a maior parte de sua "vida", a parte em que ela está sintetizando o Hélio a partir do Hidrogênio no seu núcleo.

A diferença em massa é expelida como energia e transportada para a superfície do Sol, num processo onde é libertada em forma de luz e calor. Conhecendo-se a energia liberada e a massa do Sol, calcula-se que, a cada segundo, 700 milhões de toneladas de hidrogênio são convertidas em "cinzas" de hélio. No processo, são libertadas 5 milhões de toneladas de energia. Assim, ao longo do tempo o Sol ficará cada vez mais "leve".

No fim da sua "vida", o Sol iniciará a fusão do hélio em elementos mais pesados e começará a inchar, crescendo tanto que engolirá a Terra. Após um bilhão de anos, quando já terá ejetado a nebulosa planetária¹⁴, o Sol irá subitamente colapsar numa anã branca que é o fim de uma estrela como a nossa. O Sol parece estar em atividade a cerca de 4,6 bilhões de anos, mas como vimos, ainda tem muito combustível para continuar durante outros bilhões de anos.

ATIVIDADE 7-Têm alguém aí?

Nesse momento, sugerimos que o professor faça uma discussão sobre as condições de existência de vida em outros planetas, identificando no texto uma dessas limitações. Para isso, sugerimos que o professor proponha a leitura do texto a seguir:

¹⁴ São fenômenos de curta duração em relação à "vida" de uma estrela e que caracterizam seu estágio terminal.

Enviando Nossos Sinais

Uma das condições de existir um tipo qualquer de vida num planeta é que ele tenha uma superfície líquida, porém há ainda limitações biológicas para que um planeta líquido desenvolva vida. Assim, supondo que se descubra água na superfície de outro planeta, a descoberta pode ser entendida como um passo importante quanto à chance de se comprovar a existência de vida extraterrestre, mas ainda não garante a sua existência.

Quanto à existência de vida inteligente, os cientistas em geral não têm muito interesse em enviar sinais codificados para o espaço devido ao grande tempo que demorariam para receber o seu retorno. A resposta a um "Oi" que déssemos para uma estrela que se encontra a 100 anos-luz de nós (um ano luz é a distância que a luz percorre em um ano, equivalente a 9,5 trilhões de quilômetros) demoraria 200 anos, por exemplo, para chegar. Em 1974, foi transmitida uma mensagem do Observatório de Arecibo, em Porto Rico. Essa mensagem é uma codificação simples de uma figura descrevendo o sistema solar, os componentes importantes para a vida, a estrutura do DNA e a forma humana. Essa mensagem foi transmitida na direção do aglomerado globular de estrelas M13, que se encontra a 25.000 anos-luz da Terra.

**Quadro 17: Texto “Enviando nossos sinais”
Fonte: adaptado de Las Casas e Mourão, 2010**

O professor deve orientar a leitura propondo as seguintes questões para reflexão:

- a) Solicite aos alunos que levantem as condições para que exista vida em outros mundos e que essa vida retorne a mensagem enviada do Observatório de Arecibo.
- b) Numa visão otimista, de acordo com o texto, em qual ano a resposta da mensagem enviada do observatório de Porto Rico chegaria à Terra?
- c) Solicite que os alunos manifestem sua opinião, por escrito, sobre a existência ou não de vida em outros planetas.

Comentários:

Num início do curso, durante a tomada de opiniões dos alunos sobre o que têm no céu, é comum que surjam muitas perguntas sobre a existência de vida inteligente em outro planeta. Nesta fase inicial do curso, precisamos separar elementos como Extraterrestres de outros

como a Lua. Agora, ao fim do curso, espera-se que os alunos tenham maior embasamento para discutir a existência de vida em outros lugares do universo. Embora haja muitas especulações sobre o assunto, é bom que se diga que existem muitos estudiosos sérios envolvidos com esse tema. Por isso, sugerimos a atividade seguinte como forma de iniciar uma abordagem mais condizente com os estudos já realizados nesta área.

De acordo com o texto, em resposta ao item **A** espera-se uma argumentação das possibilidades de haver um planeta com sua superfície líquida → que esse planeta tenha condições de desenvolver vida → que a vida evolua para uma civilização inteligente → que a mensagem seja detectada → o que levará à grande possibilidade de recebermos um retorno da mensagem.

No item **B**, o aluno deverá aplicar uma regra de três simples:

$$\begin{array}{l} x \leftrightarrow 25000 \\ 200 \leftrightarrow 100 \end{array} \quad x = 50000 \quad \text{Retorno} = 50000 + 1974 = 51974$$

Numa perspectiva otimista, ou seja, em que haja civilização que responda a esta mensagem, ela deveria alcançar a Terra no ano de 51974. O importante aqui, é que o aluno perceba que, mesmo havendo civilizações inteligentes além da Terra, teríamos sérias dificuldades de comunicação ocasionadas pelo espaço e tempo que as separam de nós, Terráqueos.

Esta atividade tem relações com formulação feita em 1961 pelo astrônomo norte – americano Frank Drake. Ele propôs o resultado (N) a partir de diversos fatores probabilísticos que condicionam a existência de vida em outros mundos. O professor poderá obter mais informações sobre o assunto através do sitio do Observatório Astronômico Frei Rosário da UFMG (ALMEIDA, 2002) de onde se tem a explicação sobre a equação $N = E \times P \times S \times V \times I \times T \times C$.

Nesta formulação, o primeiro termo (E) é o número de estrelas que se formam, por ano, em nossa galáxia. O segundo termo (P) é a percentagem dessas estrelas que se formam e que possuem sistema planetário. O terceiro termo (S) é o número médio de planetas, por sistema planetário, em condição de desenvolver vida, ou seja, planetas com superfície líquida. O quarto (V) e o quinto termo (I) da equação dizem respeito à biologia. O quarto termo é a percentagem dos planetas em condições de desenvolver vida que e o quinto termo é, dentre os planetas que desenvolveram vida, a percentagem daqueles que chegam ao estágio de vida inteligente. O sexto termo (T), então, é a percentagem, dentre os planetas que chegaram à vida

inteligente, que desenvolveram tecnologia e são assim capazes de "se comunicar" conosco. O último termo (C) é a duração média de uma civilização desse tipo, comunicante, que desenvolveu tecnologia. Ou seja, são pelo menos sete fatores que podem ser subdivididos em outras áreas de pesquisa.

A questão de haver ou não vida em outros planetas ainda é uma incógnita dentro do estudo da astronomia. Isso, naturalmente, abre espaço para que os alunos manifestem opiniões controvertidas sobre o assunto. O professor deverá avaliar os textos dos alunos detectando os principais trechos que fundamentam cada ponto de vista. Neste exame o professor poderá perceber a evolução na linguagem científica dos alunos quanto ao nível de articulações de suas idéias com os estudos já realizados durante o curso.

Aprofundamentos sobre o assunto podem ser obtidos no texto de Oliveira Filho e Saraiva (2009). Neste espaço o leitor é convidado a refletir e fazer uma leitura mais criteriosa sobre a condição de vida no universo baseado em vários fatores.

Enfim, espera-se que os alunos percebam que a astronomia é uma ciência em permanente construção e à medida que nos empenhamos em estudar o céu, perguntas e respostas sobre o universo tornam-se igualmente intrigantes e necessárias para investigar e compreender os mistérios de tamanha beleza.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa possibilitou conhecer a aplicabilidade de temas de astronomia na escola e serviu como base para a reelaboração do Curso de Astronomia para Jovens e Adultos. Apesar de ser um tema naturalmente inspirador, a contribuição dos professores durante o curso, através de diálogos, relatórios e de entrevistas, tornou-se relevante para a escolha criteriosa das atividades e da sua forma de encaminhamento. Enquanto reestruturava o curso senti-me mais livre para transitar do específico para o geral e buscar, nesta amplitude, palavras que tenha sentido não só para mim, mas para quem escrevo. Por isso, foi fundamental compreender o contexto da Educação de Jovens e Adultos no Brasil e os pressupostos pedagógicos freireanos baseados na Alfabetização de Adultos que orientam vários trabalhos de educação nesta área.

A experiência que tinha como docente me levou a acreditar que seria fácil escrever um texto para professores de física. O fato de conhecer a realidade dos cursos de EJA e de trabalhar em escolas públicas há mais de 10 anos me fez ter esta sensação. Além disso, sempre tive curiosidade ligada à astronomia, embora não conhecesse muito sobre o assunto. As disciplinas estudadas e o projeto da pesquisa foram atividades importantes que me motivaram a iniciar uma ampla revisão sobre escritos da EJA e também do Ensino de Física e Astronomia. Foi a partir daí que comecei a enxergar os distanciamentos e as contradições entre a minha prática docente e a teoria freireana na qual eu me dispunha fundamentar o curso. Compreender os pressupostos baseados no diálogo contribuiu significativamente para que eu pensasse um curso não como um texto de livre iniciativa, mas que pudesse escrever de forma a agregar mais idéias ao que havia planejado. Assim, pensei em um texto que, fundamentado na proposta dialógica de Paulo Freire, fosse submetido à avaliação dos professores para o qual se destinaria.

Primeiro, tive que enfrentar a dificuldade de organizar o curso em forma de atividades cujos objetivos e encaminhamentos fossem claros para os professores. Este foi um ponto que discuti bastante com os professores aos quais apliquei o curso. Queria saber, basicamente o que era importante para se trabalhar no ensino médio, em termos do que se recomendam os PCN+, em qual tempo poderia dar aquelas atividades na EJA e quais seriam as dificuldades dos alunos com relação aos itens ali tratados. Tudo isso deveria ser traduzido em forma de comentários dentro da proposta para que o professor pudesse prever possíveis desdobramentos das atividades.

Em momento crítico também notei que seria impossível seguir com planejamento original. Imaginei que os professores iriam se dispor a aplicar o curso de astronomia para os alunos da EJA, o que não aconteceu. Neste momento, como o pescador citado por Alves (1994) que precisa mudar o tamanho de seu anzol para se adequar ao peixe que deseja pescar, avaliei que a proposta deveria ser aplicada aos professores que desejassem fazer o curso, pois ao compreendê-lo poderia dar sua opinião com mais propriedade sobre o assunto.

O momento da avaliação foi decisivo para que eu soubesse que importância teria um curso de astronomia para os alunos da EJA. Nesta fase, notei que a proposta seguiu uma tendência problematizadora dos temas e foi possível constatar isso pelos comentários, entusiasmo e participação dos professores. Analisando esses discursos dos participantes, concluí que os conteúdos propostos poderiam despertar maior envolvimento do aluno com os temas ali tratados. Percebi também que, assim como se vê no ENCCEJA, a proposta tinha sentido dentro de competências mais gerais do aluno.

Quando escolhi os temas, preferi abordar, primeiramente, os elementos que os alunos vêem no céu por que este é o universo com o qual eles têm experiência. Depois, a estratégia foi criar situações para dimensionar estas coisas e organizá-las no espaço e no tempo. Neste momento, foram válidas as intervenções dos professores quando ajudaram a separar os elementos em termos do que pode ser comprovado e o que não tem embasamento científico. Concluí que esta atividade levantou discussões não só sobre o conteúdo que envolvia cálculos de distâncias, tamanhos, entre outras medias. Ali também houve comentários dos professores sobre questões de valores humanos que não estavam explicitadas inicialmente no texto aplicado. De todas as atividades o calendário cósmico de Carl Sagan foi a que mais possibilitou reflexões desse tipo. Os professores destacaram a insignificância do tempo que marca a nossa existência frente ao tempo do universo. Portanto, além de apresentar conceitos através de instrumentos de cálculo, o curso proposto se mostrou com a perspectiva de desenvolver a cidadania do aluno.

Era preciso mostrar também que a astronomia não se tratava de uma coisa mágica vinda das mentes de cientistas ou culturas geniais. Nesse sentido, um caminho foi apresentar as constelações levando em conta, primeiramente, seus aspectos subjetivos, destacando as constelações da cultura indígena brasileira. Depois foi importante apresentar como estas visões evoluíram para uma definição mais rigorosa de espaço. Concluí que, apresentar as constelações sob enfoque cultural-científico, é uma estratégia inteligentemente mais encantadora, capaz de mostrar o conhecimento como uma construção de necessidade humana.

Ao pensar numa atividade de observação do céu tive um desconforto quanto à escolha do que observar. O céu é dinâmico e, enquanto escrevia uma atividade para a observação do Cruzeiro do Sul e de Orion, estas constelações iam a cada dia compassando quatro minutos em direção ao horizonte. Um relógio que me fez perceber que seria importante inserir a constelação de escorpião como uma atividade alternativa no curso.

Observar o céu pode ser frustrante quando não se sabe nada sobre o que vê. É como olhar para uma fotografia e não ver nada de interessante - apenas pessoas estranhas. Nesse sentido, concluí que as atividades que antecederam a observação deram esse suporte de conhecimento sobre alguns objetos celestes para que os alunos pudessem se situar durante a prática. Ao encaminhar uma atividade de observação pensei em explorar os espaços da escola para além da sala de aula. Constatei que o céu é um campo aberto à exploração, um laboratório alternativo para a prática docente nas escolas de EJA que acontecem predominantemente à noite.

A sugestão de um professor em adequar o conteúdo ao tema energia que é proposto no CBC, foi contemplada na atividade sobre o sistema solar. Apesar da apresentação dos astros do sistema solar mostrar-se como uma atividade capaz de envolver o aluno com a pesquisa, constatei que ela ainda precisava de um aprofundamento sobre o seu astro principal: o Sol. Daí que julguei importante inserir uma atividade para que o Sol fosse compreendido como uma estrela em atividade, importante fonte de energia para a nossa sobrevivência na Terra.

O fechamento do curso possibilitou refletir sobre questões levantadas no seu início. Ao explorar tantas coisas cuja existência é comprovada, faltava levantar discussões sobre questões controvertidas como a existência de vidas em outros mundos. Com base nos comentários dos professores, concluí que esta atividade mostra que a astronomia não é um conhecimento acabado ou mesmo uma verdade incontestável, pelo contrário ela está sempre em construção.

Durante a elaboração do curso também pude aprender muito. Lembrava-me da minha prática educativa e via, neste momento, o quanto poderia ser mais interessante se eu mesmo tivesse trabalhado a física da forma como hoje a entendo. Nesse sentido, vejo que não é só o curso de astronomia que foi reconstruído, mas fundamentalmente o modo como eu enxergava a física também passou por grandes transformações.

Finalmente, entendo que o Curso de Astronomia para EJA é um resultado de processo árduo emocionante, reconhecido também pela aprovação dos professores que o avaliaram. Enquanto escrevia sobre coisas do céu, os astros se moviam lentamente me alertando sobre os prazos e compromissos. Mas além do tempo, esse trabalho me exigiu, principalmente,

ingredientes de concentração e prazer. Concentração, por que esta é uma característica típica de quem tem a responsabilidade de escrever. Prazer, por que isso foi o que inevitavelmente senti quando escrevi sobre um assunto de tamanha beleza como é a Astronomia.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Germano. **As constelações indígenas brasileiras**, 2009. Observatórios Virtuais. Disponível em <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2009.
- AFONSO, Germano. Mitos e estações no céu Tupi-Guarani. **Scientific América Brasil**, n, 45, p.38-47, fev. 2006.
- ALMEIDA, Karina. **Debate extraterrestre**. Debate realizado na Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) em 22 de maio de 2002. Disponível em: <<http://www.observatorio.ufmg.br/pas43.htm>>. Acesso em: jan. 2010.
- ALVES, Rubem. Filosofia da Ciência. **Introdução ao jogo e suas regras**. 18. ed. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- ANDRADE, M; ARAÚJO, A.; NEUBERGER, C. As concepções de alunos do EJA sobre a Lua: um estudo exploratório. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009. Vitória-ES. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0289-1.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2010.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Portaria nº 147 do de 2008, anexo I**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/encceja/2008/Portaria_Matriz_ENCCEJA_Minuta.pdf> Acesso em: 12 maio 2009.
- BRASIL. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 ago. 1971.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996.
- BRASIL. Ministério da Cultura. **A carta de mestre João Farás**. 2010. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cv000010.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Exame Nacional de Certificação de Jovens e Adultos (ENCCEJA): ciências da natureza e suas tecnologias: livro do estudante: ensino médio**. 2. ed. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2006a. 298p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Exame Nacional de Certificação de Jovens e Adultos (ENCCEJA):** ciências da natureza e suas tecnologias: livro do professor: ensino fundamental e médio. 2. ed. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2006b. 168p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio:** ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2000. 109p.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 141p.

BRETONES, Paulo Sérgio. Observatórios astronômicos municipais: centros podem ter atuação ampla e diversificada na sensibilização para a ciência. **Scientific América Brasil**, n. 85, p. 82, jun. 2009.

BRETONES, Paulo Sergio; MEGID NETO, Jorge. Tendências de teses e dissertações sobre educação em astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.

BRETONES, Paulo Sergio; MEGID NETO, Jorge; CANALLE, João Batista Garcia. A educação em astronomia nos trabalhos das reuniões anuais da Sociedade Astronômica Brasileira. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 55-72, 2006.

CARVALHO, Celso. Educação, trabalho e formação na perspectiva do capital. In: VI SEMINÁRIO DO TRABALHO, 6, 2008, Marília (SP). **Anais...** Marília (SP): Rede de Estudo do Trabalho, 2008. Disponível em: <<http://www.estudosdotrabalho.org/anais6seminariodotrabalho/6seminariotrabalho.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

CONEXÃO G8. **O sol e o homem**. 20 set. 2009. Disponível em: <<http://soug8.blogspot.com/2009/09/o-sol-e-o-homem.html>>

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Câmara de Educação Básica. **Resolução nº 1/2000**. Disponível em: <http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/lres1_00.htm>. Acesso em: 20 fev. 2009.

CONSTELAÇÃO de escorpião. Nov. 2009. Disponível em: <http://lh3.ggpht.com/_VepJs3zMDrc/Rw9EBOeLXKI/AAAAAAAAACAM/h6JknylCSIk/Antares.jpg>

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. P. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

DI PIERRO, Maria Clara. Notas sobre a redefinição da identidade e das políticas públicas de educação de jovens e adultos no Brasil. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 26, n. 92, p. 1115-1139, out. 2005.

DISTÂNCIA entre moléculas em sólidos e líquidos. Disponível em: <<http://axpfep1.if.usp.br/~otaviano/pneus.html>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

FARES, E. A. et al. O universo das sociedades numa perspectiva relativa: exercícios de etnoastronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Salvador, n. 1, p. 77-85, 2004.

FARIA, Romildo Pova. Na direção das estrelas. **Ciência Hoje das Crianças**, Rio de Janeiro, n. 135, maio 2003. Disponível em: <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/revista/revista-chc-2003/135/na-direcao-das-estrelas/na-direcao-das-estrelas-0>>

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 1989.

FREIRE, Paulo. **Ação cultural para a liberdade**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.1981.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**.17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1974.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Histórico do Telecurso**. 2006. Disponível em: <<http://www.telecurso2000.org.br/telecurso/index.html#/main.jsp?lumChannelId=40288187141C7E3201141CB8715E0BF6>> Acesso em: 05 de jan. de 2010.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Novo Telecurso: física. ensino médio**. Rio de Janeiro: Federação das Indústrias de São Paulo, 2008a. 3v.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Novo Telecurso: física: livro de atividades: ensino médio**. Rio de Janeiro: Federação das Indústrias de São Paulo, 2008b, 104p.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Novo Telecurso: física: livro do professor: ensino médio**. Rio de Janeiro: Federação das Indústrias de São Paulo, 2008c. 280p.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Novo Telecurso: metodologia e fundamentos**. 2006. Disponível em: <<http://www.telecurso.org.br/telecurso/index.html#/main.jsp?lumChannelId=402881871445B0680114479C865E438E>>

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Textos e apostilas Telecurso 2000**. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=t2k&cod=_matematica_2_mapres>

GADOTTI, Moacir. **Educação brasileira contemporânea: desafios do ensino básico**. Disponível em: <http://www.paulofreire.org/twiki/pub/Institucional/MoacirGadottiArtigosIt0002/Educ_Brasileira_Contemporanea_1997.pdf> Acesso em: 05 dez. 2009

GADOTTI, Moacir. **História das idéias pedagógicas**. 8. ed. São Paulo: Ática, 2005. 319 p.

GONÇALVES, Fátima I. R.; MAGALHÃES, Líliliana M. A.; PEREIRA, Susana C. R. **Matemática na astronomia**. 2007. 57f. Projeto de pesquisa - Universidade do Minho, Portugal.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Leituras de física: mecânica**. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec4.pdf>> Acesso em: 25 maio 2009.

HADDAD, Sérgio. Por uma nova cultura na educação de jovens e adultos, um balanço de experiências de poder local. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 30, 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANAPE, 2007. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/30ra/index.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estudo revela 60 anos de transformações sociais no país**. 25 maio 2007. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=892&id_pagina=1>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PNAD 2007: aspectos complementares da educação de jovens e adultos e educação profissional**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. p 54-92

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tendências demográficas: uma análise da população com base nos resultados dos censos demográficos 1940 e 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/Presidência/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=892> Acesso em: 13 nov 2009.

INTERNATIONAL YEAR OF ASTRONOMY. **2009 Ano internacional da astronomia**. 2009. Disponível em <http://cursos.ufp.edu.br/bage/espfisqui/wp-content/files/brochura_iya2009.pdf> Acesso em 03 de Jan. 2010.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Educação em Astronomia no Brasil: alguns recortes. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. **Anais...** São Paulo: SBFL, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfl.sbfsica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0206-1.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

LAS CASAS, Renato; MOURÃO, Divina. **Vida extraterrestre**. Disponível em: <<http://www.observatorio.ufmg.br/pas05.htm>>. Acesso em: jan. 2010.

LEITE, Cristina. **Formação do professor de ciência em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. 2006. 274f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/>> Acesso em: 05 jan. 2010.

MARRONE JÚNIOR, Jayme. **Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências**. 2007.250f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná

MEEES, Alberto Antônio. **Astronomia: motivação para o ensino de física na 8ª série**. 2004. 132f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://dominiopublico.qprocura.com.br/dp/70491/Astronomia-:-motivacao-para-o-ensino-de-fisica-na-8-serie.html>> Acesso em: 04 fev. 2010.

MENEZES, Luiz Carlos. Uma física para o novo ensino médio. **A Física na Escola**, v.1, n.1, p.6, out. 2000.

MICHELOTO, Antônio Ricardo. A cidadania do telecurso: memórias de um projeto de educação popular. **Revista de Educação Popular**, Uberlândia. v. 0, n.5, p.35-40, 2006.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. **Conteúdos básicos comuns**. 2007. Disponível em: <crv.educacao.mg.gov.br> Acesso em: 02 jan. 2010.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. **Resolução nº 1025 de 26 de dezembro de 2008**. Disponível em: <http://www.sindutemg.org.br/docs/resolucoes/res_1025.pdf> Acesso em: 02 out. 2009.

MOURA, Rui Manoel. **A vida adulta: uma visão dinâmica**. 1999. Disponível em: <<http://rmoura.tripod.com/vidaadult.htm>>

MOURÃO, Ronaldo de Freitas. **O livro de ouro do universo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.

O CANTINHO DA CIÊNCIA. **O sistema solar**. Disponível em: <<http://www.ra.didaxis.pt/nfq/>>. Acesso em: jan. 2010.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **A origem da vida e vida extraterrestre**. Departamento de Astronomia do Instituto de Física da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/vida/index.htm>>. Acesso em: jan. 2010.

PANZERA, Arjuna Casteli et al. **Física: ensino médio: proposta curricular**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, 2007. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7B0DE8B1A3-C119-4015-B234-AEB975906CDA%7D_fisica.pdf>

PANZERA, Arjuna Casteli. **Planetas e estrelas: um guia prático de cartas celeste**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

PAULA, A. S. **Análises e propostas para o ensino de astronomia**. São Carlos: Centro de Divulgação da Astronomia, 1975. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/index.html>> Acesso em: 06 mar. 2009.

PINTO, Álvaro Vieira. **Sete lições sobre educação de adultos**. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

PIRES, Célia Maria Carolino et al. **Por uma proposta curricular para o 2.º segmento na EJA**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/vol1e.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

PIRES, Henrique Di Lorenzo. **O zodíaco**. Disponível em: <<http://www.observatorio.ufmg.br/dicas04.htm>>. Acesso em: jan. 2010.

PIRES, Marcelo Antônio. **Fusão termonuclear do sol**. 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Marcelo/>

REIS, Juliana Castilhos; SOUZA, Sandro Ricardo ; BISCH, Sérgio Mascarello. Reconhecimento do céu na formação continuada de professores do ensino fundamental em ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis, SC. **Anais...** Belo Horizonte : UFMG, 2007. Disponível em <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/CR2/p783.pdf>> Acesso em: 08 nov 2009.

RICARDO, E. C. Implementação dos PCN em sala de aula: dificuldades e possibilidades. **A Física na Escola**, v. 4, n.1, p. 8-11, maio 2003.

SAGAN, Carl. **Os dragões do éden**. Tradução de Teixeira, Sérgio Augusto e Oliveira, Maria Goretti Dantas. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1985.

SÃO PAULO. Secretaria Estadual de Educação. **Ciências: ensino fundamental 6ª série 1º bimestre: caderno do professor**. São Paulo: SEE/SP, 2008a. 63p.

SÃO PAULO. Secretaria Estadual de Educação. **Física: ensino médio 1ª série 3º bimestre. caderno do professor**. São Paulo: SEE/SP, 2008b. 63p.

SILVA, G. M. S.; RIBAS, F. B.; FREITAS, M. S. T. Transformação de coordenadas aplicada à construção da maquete tridimensional de uma constelação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p.1306, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301306.pdf>>

SIMÕES, Cleonir Coelho. **Elementos de astronomia nos livros didáticos de física**. 2008. 145f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

STELLARIUM. Baixaki. Disponível em: <<http://www.baixaki.com.br/busca/stellarium.htm>>. Acesso em: 2009

STONEHENGE. Wikipédia. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Stonehenge>>. Acesso em: 2009.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Centro de Divulgação Científica e Cultural. **Constantes do sistema solar:** órbitas e dados históricos. Disponível em: <<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/constantes.html>>. Acesso em: jan. 2010a.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Centro de Divulgação Científica e Cultural. **O sistema solar.** Disponível em: < <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/>>. Acesso em: jan. 2010b.

ZANETIC, João. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, v. 13 , p. 55-70, out. 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v13s0/03.pdf> > Acesso em: 20 nov. 2009.

ZENITE. **Meu Céu:** Teófilo Otoni. Disponível em: <<http://www.zenite.nu/>>. Acesso em: 2009.

ANEXOS

ANEXO A - PRE-TESTE

1) Todo dia você acorda cedo e vai para o trabalho certo do nascer do Sol. Considere que a Terra venha sofrendo mudanças gradativas e que neste exato momento ela pare de girar. O que acontece com o tempo?

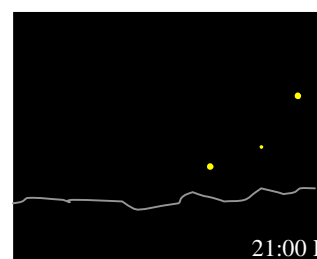
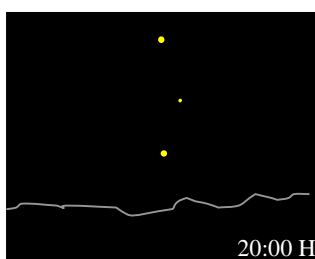
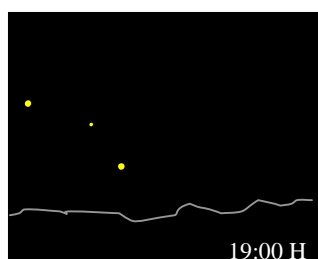
Objetivo: Examinar a noção de tempo dos alunos.

2) Considere que você esteja num local sem qualquer recurso tecnológico para medir o tempo. Como você faria para saber aproximadamente as horas durante a noite?

Objetivo: Verificar como associam a passagem do tempo civil através dos astros visíveis à noite.

3) Considere que as figuras abaixo representem algumas imagens do céu noturno em momentos diferentes onde se detectou a presença de três astros luminosos. As imagens foram colocadas em seqüência como se vê logo abaixo:

a) b) c)



Qual a sua conclusão sobre os astros observados?

Objetivo: examinar as idéias sobre movimento relativo entre a Terra e astros distantes associando-os à medição do tempo local.

4) Observe atentamente as figuras abaixo:

FIGURA A: Visão da Lua orbitando a Terra, tirada a uma distância de cerca de 6,2 milhões de quilômetros, em 16 de Dezembro de 1990. A Lua está em primeiro plano, movendo-se da esquerda para a direita.(*NASA*). Observe:

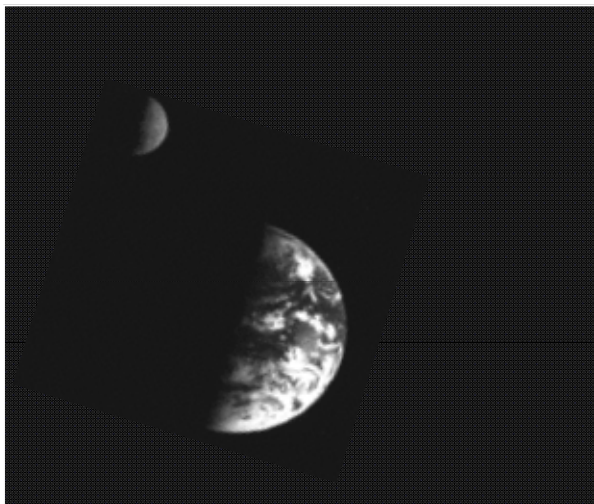


FIGURA B : Representa seqüências de fotos da Lua no seu movimento durante alguns minutos de exposição a uma câmara especial fixa na Terra.



- Explique onde deveria estar o Sol no momento dos registros representados pelas figuras A e B.
- Quais fenômenos explicam as formas adquiridas pela lua em A e em B? Explique a diferença entre eles!

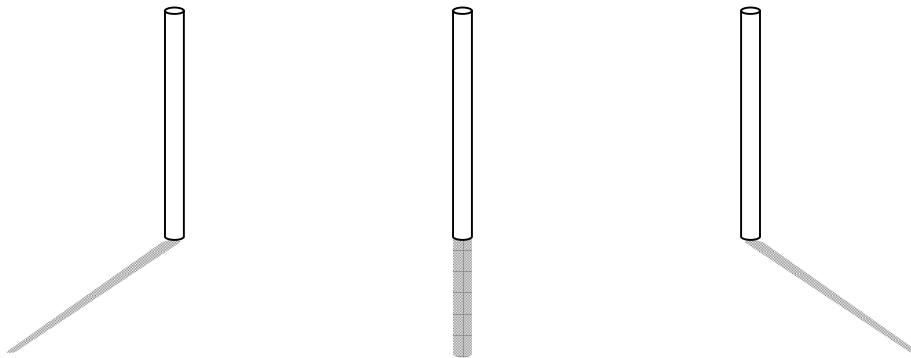
Objetivos:

- Examinar competências ligadas à visão projetiva do aluno quanto à formação e diferenciação de sombra própria e sombra projetada.
- Sondar possível associação de eclipses e fases lunares aos tipos de sombra formados.
- Verificar a competência em entender imagens estáticas e seqüências estroboscópicas.

5) Sempre ao aproximar do por do sol um agricultor fazia o registro das sombras de uma vareta, fixa na Terra, através da janela de sua casa. Percebeu-se que a sombra faz um movimento de vai-e-vem completo ao longo de 365 pores do sol. A figura abaixo representa a seqüência de sombras que atingem a posição: 1) máxima à esquerda; 2) intermediária ; 3) máxima à direita, passa novamente por 2 e volta para 1, de onde repete o ciclo.

a) Desenhe o Por do Sol na posição adequada a cada registro de imagem (1,2 e 3) obtido.

1 2 3

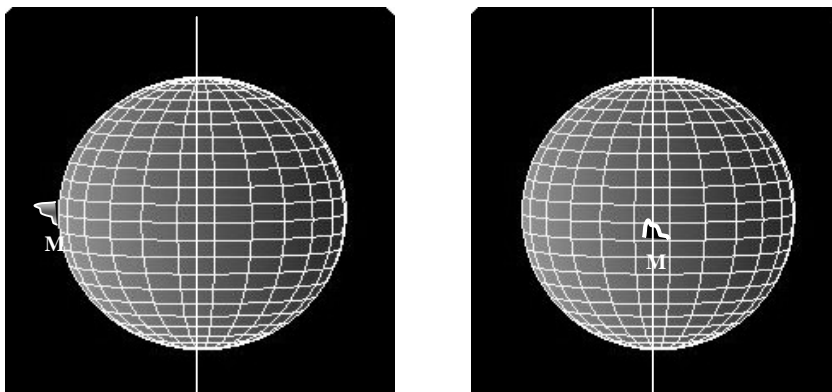


b) Com base nestes dados, como você faria para ajudar o agricultor a se organizar na sua atividade do campo?

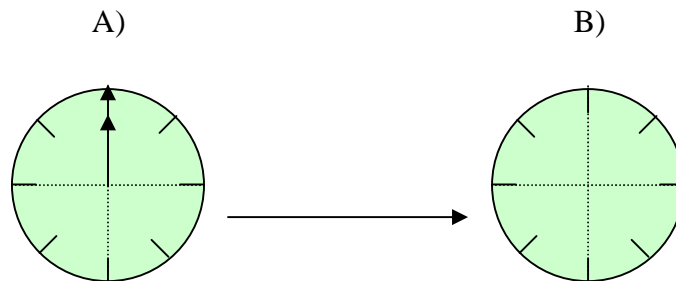
Objetivos:

- Examinar competências ligadas à visão projetiva do aluno;
- Sonda conhecimentos da relação entre astronomia e a organização do homem no seu espaço.

6) Considere que as figuras abaixo correspondam a duas imagens da Terra obtidas de uma sonda espacial fixa. Em momentos distintos ela registra posições diferentes de uma mesma montanha.



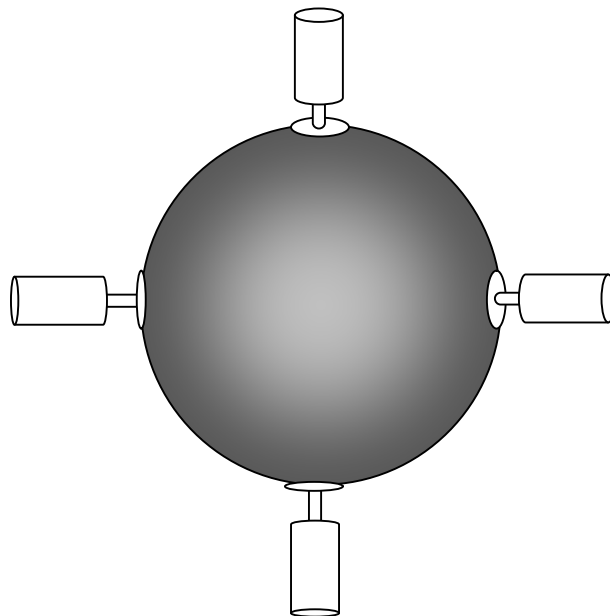
Sabendo que a primeira imagem foi obtida exatamente ao meio-dia, relógio A, represente no relógio B abaixo o tempo decorrido até a captura da segunda imagem.



Objetivo:

-verificar a transposição do tempo espacial para o tempo local

7) Na figura abaixo estão representadas 4 taças iguais que deverão ser preenchidas pela metade com água. As taças foram ampliadas e cada uma está posicionada em uma região diferente da Terra com se pode perceber pela figura. Pinte as taças para representar a água dentro dela em cada situação.

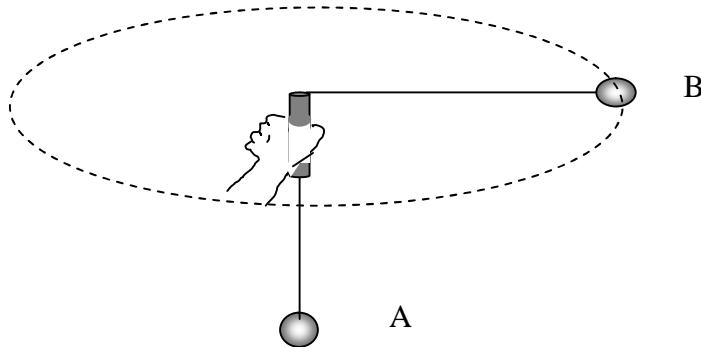


Objetivo:

Verificar a transposição da idéia de gravidade local para a gravidade espacial

8) Amarram-se duas esfera A e B, de massa iguais, nas extremidades de um fio passando-o livremente por dentro de um cano. Após o término da montagem, o sistema é colocado em

movimento. Ao ganharem velocidade, as esferas não caem. Explique, através das forças envolvidas, como isso é possível.

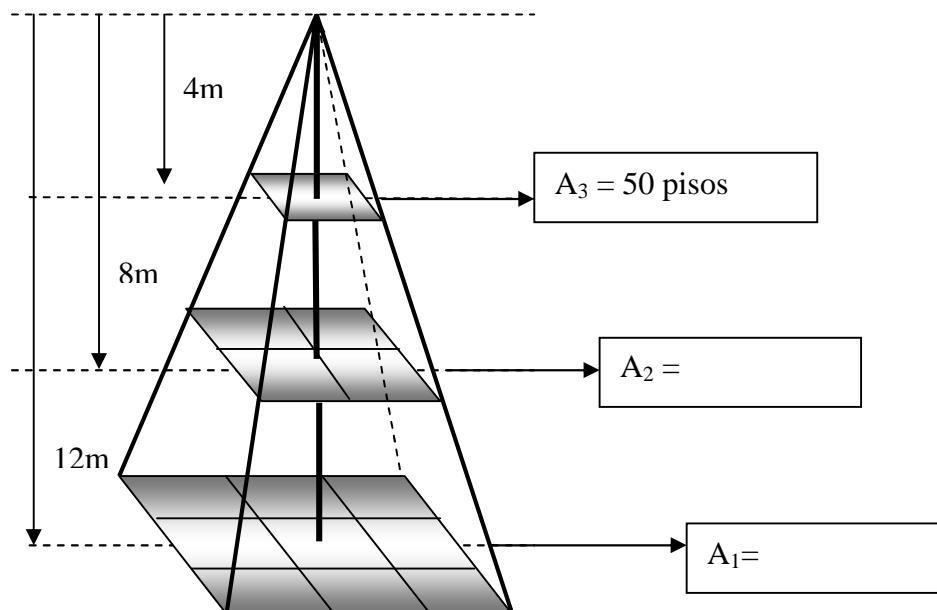


Dúvidas???

Objetivo:

Ver como é estabelecida a relação entre força centrípeta e força de campo gravitacional.

9) Um arquiteto resolveu construir uma casa no formato de uma pirâmide de base quadrada. Cada andar corresponde a uma altura 4m e ao todo são três andares, incluindo o térreo. Considere que um pedreiro gaste 50 pisos para revestir o último andar. Observe a figura abaixo e preencha nos espaços ao lado quantos pisos A_n que ele deverá gastar nos demais andares.



Objetivo:

Examinar conhecimentos dos alunos na representação matemática da proporcionalidade quadrática.

10) O diâmetro equatorial da Terra é de aproximadamente 12,8 km. Para chegar na figura abaixo o tamanho do diâmetro real da Terra foi reduzido para 1,0cm. Desenhe o Sol tendo como referência a figura reduzida da Terra abaixo?



Objetivo:

Verificar noções das dimensões astronômicas e suas proporções em escala.

ANEXO B - ATIVIDADE 8 – Explorando o Espaço

OBJETIVO: Reconhecer a universalidade das leis físicas para a órbita de corpos celeste a partir de situações do cotidiano.

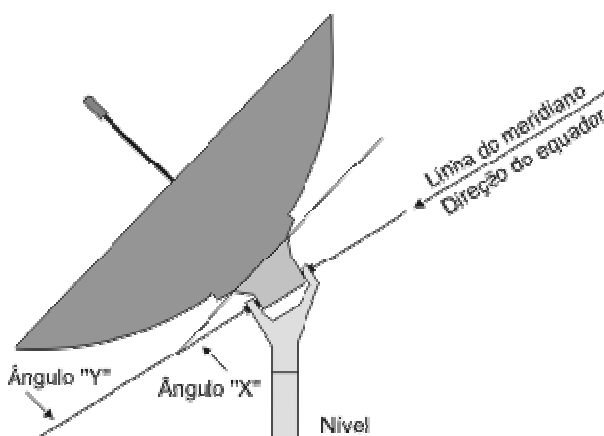
Em 1957 uma cadela russa, da raça Laika, chamada Crespinha, subiu na nave Sputnik 2. Em 12 de abril de 1961, o cosmonauta russo Yuri Gagarin tornou-se o primeiro homem na história a ver a Terra de uma espaçonave. Em 16 de julho de 1969, o mundo presenciou a subida do foguete Saturno V que levava a nave espacial Apollo 11. Após ganhar velocidade, o Saturno V ficou girando em torno da Terra por um tempo até se dirigir à Lua. Momentos mais tarde, pela primeira vez, o Homem pisaria na Lua. Em agosto de 1993 um satélite chamado Hipparcos partiu com a missão de medir distâncias profundas no universo. Com esse satélite foi possível medir paralaxes de 0,001 segundo de arco, o que equivale ao ângulo sob o qual um lápis é visto a uma distância de 30 mil quilômetros.

O nosso céu mais próximo possui muitos objetos em órbita construídos e lançados pelo próprio homem. Eles servem à diversas finalidades. Um tipo comum desses objetos é o satélite utilizado para as telecomunicações.

A) Onde estão os satélites?

Solicite que cada aluno observe a direção dos focos de, no mínimo, três antenas parabólicas no seu bairro.

Numa próxima aula solicite que eles contem o que observaram quanto à direção das antenas e comentem por que isso acontece.



Comentários: Provavelmente as antenas terão uma mesma orientação, todas devem se voltar à direção aproximada de um grupo de satélites específicos da antiga BRASILSAT. Atualmente a Embratel conta com uma frota de Cinco satélites de comunicações em órbita, em suas respectivas Áreas geostacionária, a 36.000 km de altitude. Estão localizados nas longitudes de: 75 graus oeste , 65 graus oeste e 70 graus oeste, para comunicações domésticas e internacionais que apresentam uma alta taxa de utilização.

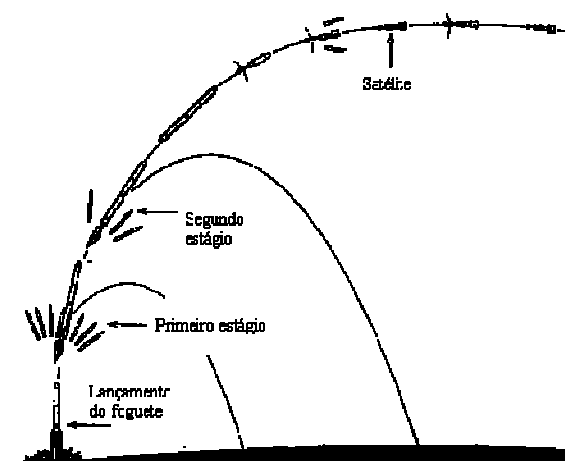
B) Lançando Satélites –

Os satélites artificiais são estruturas construídas pelo homem para alcançar o espaço. Eles são lançados com algum tipo de propósito que os cientistas designam como Missão. Há satélites com finalidades diversas: estudar o universo, servir à telecomunicação, na previsão do tempo, no escaneamento da Terra, etc. Para colocar um satélite em órbita são necessários vários estágios de lançamentos.

Em geral, lançamentos dentro da atmosfera terrestre enfrentam a resistência do ar que atua como um fator negativo ao movimento contínuo do objeto lançado. Desta forma seria necessário muito combustível para romper a resistência do ar e manter o Estado de Órbita do satélite. Além disso, a velocidade com que o satélite deveria ser lançado tornaria a resistência do ar tão forte a ponto de derretê-lo durante o movimento. Os efeitos da atmosfera tornam-se desprezíveis em altitudes a partir de 160 km e não há razão para que o satélite lançado diminua sua velocidade. Na realidade, para colocar em órbita um satélite, não o disparamos horizontalmente com uma grande velocidade. Ele é levado por um foguete que, enquanto o eleva, lhe fornece também a velocidade horizontal necessária para fazê-lo permanecer em órbita.

O lançamento de satélites artificiais torna-se menos misteriosos quando se percebe que eles obedecem às mesmas leis que regem o movimento de pequenos objetos na superfície da Terra.

Assim, sugerimos que o professor apresente aos alunos a figura (...)e discuta com eles os estágios do movimento de um satélite.



Comentários:

Ao apresentar a figura o professor será capaz de explorar aspectos conceituais das leis de Newton:

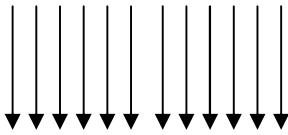
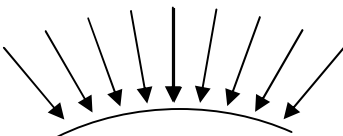
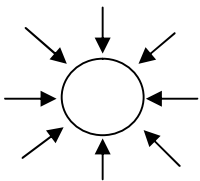
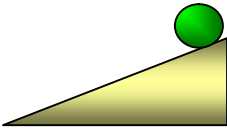

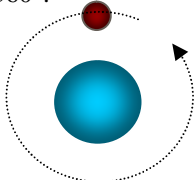
1-lançamento do foguete e estágios do lançador → Princípio da ação e reação que possibilita ao foguete uma quantidade de movimento contrária à base em cada estágio de lançamento.

2-Perda de massa e aumento da velocidade → a ação da força sobre um objeto é fator de mudança do seu estado de movimento. Situação onde se aplica a 2ª lei de Newton em que se responde à questão: O que a força causa nos objetos?

3- Entrada em órbita: toda a ação sobre o satélite deve ser compreendida como causa e não necessariamente como ação que mantém o movimento em sua órbita. Situação onde se aplica o Princípio da Inércia em que se responde à questão: é possível algo mover sem a necessidade de força?

C) Em órbita em torno da Terra –

Para que o aluno tenha conhecimento do que faz um satélite se manter em órbita, é preciso ele entender quais são os efeitos da gravidade e do movimento deste objeto. Neste sentido, a percepção do que é relevante ou não para o seu problema físico exige uma habilidade de comparação entre os elementos geométricos que compõe a situação em questão. Como exemplo, não se pode esperar que o aluno compreenda a gravidade da Terra sem que antes reconheça a escala em que se quer tratar este problema físico. Observe a seqüência, A, B e C abaixo que representa a ação da Gravidade da Terra.

A-Ação Local	B-Ação intermediária	C-Ação espacial
		
<ul style="list-style-type: none"> • Gravidade da Terra sobre a esfera num plano inclinado de 80 cm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gravidade da Terra sobre um avião: Viagem de 10 mil km. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gravidade da Terra sobre a Lua: Um giro de 360°.
		

Note como as dimensões em que se aborda o problema da gravidade são relevantes para a compreensão dos movimentos dos objetos.

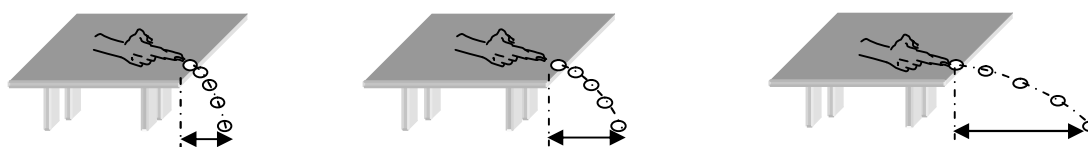
Dessa forma, a dificuldade em se compreender o que faz um satélite se manter em órbita está associada à tentativa do aluno em utilizar o modelo de gravidade local para compreender a forma com que o objeto se move no espaço. Daí o equívoco de que tudo que sobe, tem que descer.

Para esta atividade, a idéia é possibilitar a construção da visão graduada da atuação da gravidade sobre os corpos em movimento. Para isso, partiremos de uma situação local para uma situação espacial sem grandes rupturas com os modelos já concebidos pelos alunos.

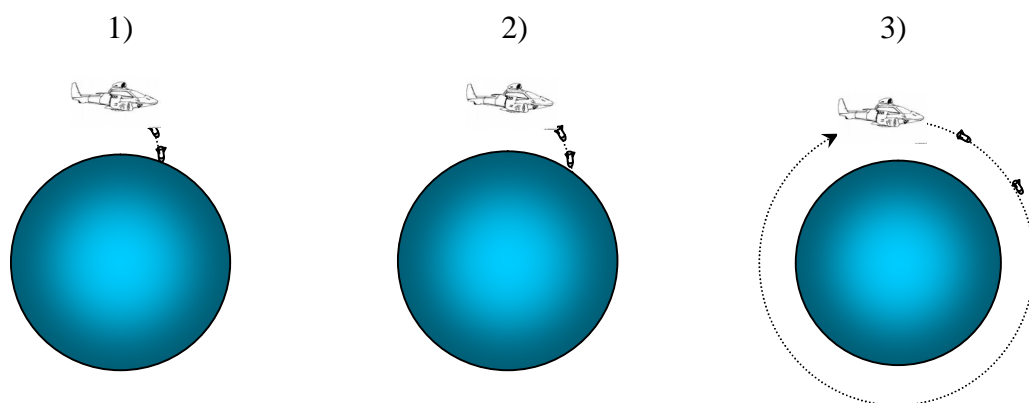
Lance uma esfera sobre a mesa em três situações que se distinguem apenas pelo impulso inicial conferido ao objeto. Solicite que os alunos descrevam o que perceberam no movimento.

Em seguida o professor desenha na lousa a seqüência de lançamentos abaixo e solicita que o aluno caracterize o movimento.

1) 2) 3)



De forma análoga temos ao problema do lançamento hipotético de um projétil. O professor utiliza as figuras abaixo e novamente solicita a opinião dos alunos sobre as características do movimento.



Pontos norteadores da discussão:

- O que há de semelhante nos fenômenos apresentados?
- O que há de diferente nos fenômenos apresentados?
- Representar com setas a ação da gravidade sobre os objetos lançados

Comentários:

Diante da semelhança das condições apresentadas é possível que o aluno consiga relacionar a variável do problema (o Alcance) com a condição inicial de impulso externo, ou seja, quanto maior o movimento da esfera na horizontal, maior será o seu alcance.

Um outro fator que influencia ambas as situações é o da gravidade que confere aos objetos uma força de atração na direção vertical. Fenômeno que está associado à queda dos corpos.

Contudo, entre as duas seqüências existe uma diferença marcante que se dá na figura 3 onde o fator geométrico, Esfericidade da Terra, é preponderante para o hipotético Estado de Órbita do projétil. Enquanto em a existe um chão para que o projétil caia, em b, devido a forma da Terra, o projétil cairá continuamente em torno dela.

Nesta oportunidade o professor poderá discutir as leis físicas de movimento que permite o lançamento de objetos na superfície da Terra. O ideal é que não se explore, ao mesmo tempo, as duas dimensões do problema (vertical e horizontal) nem considere as forças resistivas. Vejamos alguns exemplos:

Exemplo 1.

Uma pedra lançada com velocidade de 10m/s. Após 3 segundos ela cai ao chão. Qual é a distância percorrida pela pedra?

$$d = v \times t \quad \rightarrow \quad d = 10 \times 3 \quad \rightarrow \quad d = 30m$$

Exemplo 2.

Uma pedra é abandonada de certa altura e após 3 segundo alcança o solo. De qual altura ele foi abandonada?

$$d = \frac{1}{2} at^2 \quad \rightarrow \quad d = \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 \quad \rightarrow \quad d = 45m$$

Agora sim, podemos pensar na combinação dos dois movimentos anteriores resultando num lançamento horizontal onde a pedra cai de uma altura de 45m e alcança uma distância horizontal de 30 metros.

