

AS DIMENSÕES ESPAÇO E TEMPO DO SISTEMA SOLAR NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Cristina Leite¹ & Yassuko Hosoume²

¹Universidade de São Paulo /IFUSP- FEP, crismilk@if.usp.br

²Universidade de São Paulo/IFUSP/FEP, yhosoume@if.usp.br

Resumo

Sistema Solar é um dos temas mais desenvolvidos em sala de aula por professores do ensino fundamental. Porém, a forma de ensinar este conteúdo ocorre através da memorização tanto dos nomes quanto da ordem dos planetas em relação ao Sol. O livro didático, por sua vez, tem ajudado pouco na construção de uma visão espacial dos planetas, apresentando imagens bidimensionais que estão bem longe de uma representação em escala desses astros. O nosso aparato visual não é capaz de perceber formas e distâncias de objetos ou muito grande ou mesmo muito distantes e assim uma visão espaço-temporal de ordem astronômica precisa ser construída. Nessa perspectiva, em um curso de formação continuada de professores de Ciências, através da montagem do Sistema Solar em escala, tanto na dimensão espaço quanto na dimensão tempo, exploramos elementos que evidenciassem, por exemplo, de como é grande a distância entre os planetas, do vazio entre eles e da nítida diferença no tempo dos seus movimentos de translação à medida que se aumenta a distância dos planetas ao Sol. O desenvolvimento da representação do Sistema Solar foi realizado em duas etapas: na primeira foram construídos os planetas e o Sol em escala de diâmetro e distância para dar uma dimensão mais real do Sistema Solar; e, na segunda etapa, trabalhamos a dimensão tempo através do movimento desses astros em torno do Sol. Os resultados obtidos da análise dos vídeos gravados durante o desenvolvimento das atividades e de materiais redigidos pelos professores mostram vários momentos de grande surpresa em relação às dimensões analisadas, interpretadas como elementos que evidenciam que houve mudança na percepção espacial e temporal do Sistema Solar do professor e também de si mesmo em relação ao espaço cósmico.

Palavras-chave: ensino de astronomia; ensino de ciências; formação de professores

THE SPACE AND TIME DIMENSIONS OF THE SOLAR SYSTEM IN THE SCIENCE TEACHER'S IN-SERVICE EDUCATION

Abstract

The Solar System is one of the themes the teachers from Elementary School most develop. But, the way they teach this subject is mostly by memorization of the planets names and order in the Solar System. Also, the textbook barely helps the construction of a spatial view from planets, because they present two-dimensional images which do not represent them in scale. Our visual sense can not perceive shapes and distances of objects which are too big or too distant, so it is important to construct an astronomical space-time view. In this sense, we constructed a Solar System model in scale of space and time in a science teacher's in-service education

course, and we explored elements that show, for example, how large the distance between planets is, the empty space between them and the different time they take to orbit the Sun according to their distance from it. The development of the Solar System representation took two steps: in the first one we constructed the planets and the Sun in scale of diameter and distance to obtain a much more real view of the Solar System; and, in the second one, we developed the time dimension by analyzing the planets movements around the Sun. The results obtained from the analysis of the videotapes recorded during the development of the activities and from the texts written by the teachers show several moments of great surprise related to the dimensions analyzed, which we interpret as elements that show the teachers' changes in space and time perception of the Solar System and also from themselves inside the cosmic space.

Keywords: astronomy teaching, science teaching, teacher education

Introdução

O nome Astronomia normalmente nos remete à idéia de uma ciência relacionada ao 'espaço' e, então, nomes como planetas, estrelas, luas, satélites artificiais, viagens espaciais etc. vêm rapidamente a nossa mente. A maior parte desses objetos celestes pode ser observada regularmente no céu. No entanto, devido à grande distância, o nosso aparato visual fornece informações imprecisas ou ambíguas (SZAMOSI, 1986), em que os astros parecem todos planos ou pontos.

Não é apenas o nosso aparelho visual que contribui para a construção de uma visão espacial e alguns autores têm nos chamado a atenção para o caráter de construção da terceira dimensão, a profundidade, e, principalmente, para sua natureza cultural. Thuillier enfatiza a visão espacial como um fenômeno complexo, pois *"envolve a aprendizagem, a memória, os processos de 'compensação', as relações com as informações táteis etc"* (THILLIER, 1994, p.83); Robilotta (1985) o complementa apontando para a construção tridimensional como resultado da articulação de várias observações bidimensionais; Piaget (1975) afirma que o sistema de coordenadas, por exemplo, característica de uma visão mais aprofundada do espaço, é ponto culminante do processo de visão espacial e Kriner (2004) explicita claramente a dificuldade inerente na compreensão de assuntos da Astronomia, como as fases da Lua, especialmente pela alta abstração necessária e pelo conhecimento espacial exigido. Nesta mesma direção, Casati (2001) afirma que a visão, nosso órgão de sentido mais utilizado no contato com o mundo, necessita de ajuda para a identificação de formas, tamanhos e distâncias, mesmo para o nosso "quintal", o Sistema Solar, pois o limite ao qual estamos inseridos é cognitivo e não apenas visível.

O Sistema Solar é, sem dúvida, um dos temas de astronomia mais desenvolvido em sala de aula por professores do ensino fundamental. Esta importância pode ser observada pela sua presença marcante nos livros didáticos de Ciências (LEITE & HOSOUME, 2005) e na grande relevância dada ao tema nos PCN (BRASIL, 1998) que propõe para o 3º ciclo do ensino fundamental o tema específico do Sistema Solar e no 4º ciclo os fenômenos estações do ano, fases da lua e eclipses, envolvendo mais especificamente Terra, Sol e Lua. Entretanto, o professor de Ciências, em geral biólogo, sem formação inicial adequada para o

ensino de astronomia, estuda e prepara este conteúdo baseado nos livros didáticos de seus alunos (LEITE, 2002).

O livro didático, por sua vez, apresenta poucos subsídios ao professor na estruturação espacial dos astros pertencentes ao Sistema Solar, já que normalmente estão presentes imagens de cada um dos astros e, na maioria dos casos, há uma imagem representativa do Sistema Solar como um todo no plano, portanto, bidimensional. É claro que se trata de um esquema fora de escala, já que seria muito difícil fazer uma representação de diâmetros e distâncias num espaço físico tão pequeno. Nessas representações é bastante comum a formação de uma imagem equivocada, sem as devidas proporções (CANALLE *et al* (1996) e CIÊNCIA HOJE (1994)). Mais complicado se torna a análise em relação ao tempo, já que habitualmente há apenas nos livros uma tabela com valores do tempo de rotação e translação dos planetas, sem o devido cuidado de realizar uma comparação entre estes valores, ao menos em relação ao nosso planeta, a Terra.

Na perspectiva de contribuir para uma melhor formação do professor de Ciências e construir uma proposta de ensino de astronomia elaboramos um curso de formação continuada no qual as atividades foram centradas na construção da espacialidade, como por exemplo o estudo da relação de um objeto do cotidiano com as suas diversas sombras, até a prova da esfericidade da Lua através das suas fases. Dentre as 15 atividades propostas compondo o todo do curso, para esta pesquisa destacamos duas que estão diretamente relacionadas à construção da visão espaço-temporal do sistema solar: uma desenvolvendo a noção de espaço no Sistema Solar e a outra desenvolvendo o tempo e o espaço através do movimento de translação dos planetas¹.

Desenvolvimento da pesquisa

As duas atividades que são objeto desta pesquisa fizeram parte de um curso de extensão universitária, com duração de 30 horas, entre os dias 17 e 21 de janeiro de 2005, sob o título: “Astronomia na Física do Ensino Fundamental”, no IFUSP (Instituto de Física da Universidade de São Paulo). Neste período Plutão ainda era considerado planeta e por isso está presente em nosso curso como tal. Das 30 horas do curso, cerca de 10 horas, 1/3 do curso, foram dedicadas às atividades que serão aqui analisadas.

Os professores de Ciências inscritos no curso foram, no início do curso, convidados a participarem de uma entrevista individual, que consistiu na construção de uma representação espacial do “universo” utilizando objetos de formas e tamanhos variados e fios de linha para a colocação espacial dos mesmos (LEITE & HOSOUME, 2005). Esta entrevista teve o objetivo de compreender o pensamento inicial dos entrevistados em relação a aspectos espaciais da astronomia, principalmente em relação a elementos do Sistema Solar. O desenvolvimento do curso se deu através de 15 atividades: 1) Construção espacial do Universo; 2) Debate: Terra: plana ou redonda?; 3) A Terra e a relatividade da vertical; 3) Vivemos: em cima ou embaixo? 4) O que há por detrás das sombras? 5) A Lua, suas fases e eclipses; 6) Fases da Lua e sua observação no céu; 7) Dia, noite e sombras na Terra; 8) Onde amanhece primeiro? 9) Estações do ano; 10) O caso da

¹ O curso inteiro com outras atividades pode ser encontrado na tese de doutorado: Formação de Professores de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade (2006), disponível no site do www.saber.usp.br

esfericidade da Terra; 11) Construção do Sistema Solar em escala; 12) O movimento de translação dos planetas; 13) Visita a um planetário; 14) Skyglobe; e 15) Re-olhar para a construção do Universo em escala.

As duas atividades que serão analisadas neste trabalho são: Construção do Sistema Solar em escala que trata das proporções espaciais entre os planetas e o Sol e o Movimento de translação dos planetas que também leva em consideração as proporções, neste caso do tempo e do espaço ao analisar o movimento.

Faz parte do material de análise as respostas dos professores dadas nos diferentes momentos como no desenvolvimento das atividades, no pré (entrevista) e no pós-testes (análise de sua entrevista pelo professor) e nas avaliações dos professores, feitas ao final, em exposição oral e escrita. Para reunir o máximo de material, as atividades foram parcialmente filmadas em vídeo e em áudio.

Pelo fato desta pesquisa interpretar falas, gestos e ações dos professores ela se enquadra em um delineamento de pesquisa qualitativa, na qual os dados são predominantemente descritivos e o processo de análise de caráter indutivo (BOGDAN & BIKLEN, 1994 e LÜDKE & ANDRÉ, 1986).

Depois de ver e rever várias vezes as gravações das entrevistas e das demais atividades desenvolvidas no curso separamos os “episódios de representação”, termo análogo aos “episódios de ensino” de Carvalho (2004), que são os momentos das gravações em que ficam evidentes situações que queremos investigar. São exemplos de episódios de representação: cenas em que o professor escolhe um objeto para representar um astro, o tamanho e a posição em que um astro é colocado no espaço em relação aos outros já representados etc. Utilizando a metodologia de análise de conteúdo (BARDIN, 1995) aos episódios selecionados buscamos analisar nossos dados, de tal forma a verificar os elementos que propiciassem a identificação de mudanças ou não nos professores em relação à visão espacial. A construção das categorias de análise está fundamentada nos trabalhos de Piaget e Inhelder (1993) quanto a construção do espaço. Assim, procuramos identificar nos pré e pós-testes elementos indicativos de construções espaciais: i. a partir de um referencial ou perspectiva únicos, o que demonstra uma dificuldade na construção de uma visão espacial tridimensional; e, ii. elementos de mudança de referencial ou várias perspectivas, realçando uma percepção dos objetos em três dimensões.

Os professores da nossa amostra de pesquisa

Através das respostas dos professores a questionários, na inscrição do curso, fizemos um levantamento geral sobre as características da formação acadêmica e da atividade de docência em conteúdos de Astronomia dos 10 professores que participaram efetivamente do curso. Para identificação dos professores, atribuímos uma única letra no intuito de preservar a identidade deles.

No que diz respeito à formação inicial dos professores de Ciências, verificamos que a grande maioria é graduada em Biologia. Apenas um professor possui formação em Física e um outro em Ciências. O tempo de serviço em magistério desses professores variava entre 25 anos de profissão (portanto, em fase de aposentadoria) e, iniciantes na profissão, cuja atividade de docência havia começado há quatro ou cinco anos apenas. A maioria dos professores de nossa amostra, professores de Ciências da rede pública de ensino, tem experiência

profissional superior a oito anos, não estudou Astronomia em sua formação inicial, embora ensine esse conteúdo.

Algumas características destes professores, obtidas da entrevista, em relação a aspectos espaciais, revelam um modo de pensar construído por um ponto de vista ingênuo do observador da superfície terrestre, como a representação da Terra por um objeto muito maior que os demais planetas e, em alguns casos, maior que o Sol. Uma exagerada importância relativa ao tamanho foi dada à Terra em cerca de cinco construções espaciais (A, E, F, H e T). Em três destes (E, F e T), a Terra era maior até mesmo que o Sol e nos demais, apenas o Sol foi representado como maior que a Terra.

Uma outra representação muito comum foi o alinhamento planetário, imagem muito presente em livros didáticos em que a disposição dos planetas é caracterizada pela sequência e, portanto, com os planetas dispostos em linha. Quase todos os professores posicionaram os astros desta forma; apenas a professora T representou os astros como a Terra embaixo e os demais astros em cima.

No que diz respeito às distâncias, apesar da difícil avaliação, dado o pequeno espaço da construção do modelo, ao menos características de mais próximo ou distante foi possível mapear. Nesse aspecto, os professores da nossa amostra mostraram-se coerentes, em alguns momentos um pouco confusos, porém, em geral, sabiam que o Sol estava mais distante que a Lua ou que esta estava mais próxima da Terra que os demais planetas. Os planetas, em geral, eram decorados pela “sequência dos, então, nove planetas”. Apenas em relação às estrelas havia muitas dúvidas se estariam próximas ou distantes.

Alguns professores não se preocuparam muito com as relações de proporcionalidade nem de tamanho e muito menos de distância em suas representações. Porém, quando questionados sobre essas relações, alguns apresentavam coerência na oralidade, apesar da pouca preocupação na representação, enquanto outros sempre relacionavam aquilo que falavam sobre o astro com a representação do mesmo.

Construindo noções das dimensões do Sistema Solar

As duas atividades construídas, pesquisadas e aqui descritas possuem o diferencial de trabalhar com tempos e espaços proporcionais e em escala. Outras pesquisas como de Nascimento e Hamburger (1994), Bisch (1998) e Trevisan, et al. (2003) também apresentam atividades em escala, entretanto as dimensões temporal e espacial em relação ao tamanho e às distâncias são desenvolvidas individualmente, sem as suas relações como propõe o nosso trabalho. Ao trabalhar o tamanho dos planetas também inserimos na escala as distâncias destes ao Sol, com isso, embora seja necessário um grande espaço físico para a realização da experiência, ela possui mais elementos de realidade, mostrando não apenas uma comparação de tamanhos, com planetas próximos, mas uma comparação mais ampla, em que tanto o tamanho, quanto às distâncias estão em escala ao mesmo tempo. Devido a inviabilidade de fazer o movimento de translação dos planetas na representação em escala de tamanhos e distâncias, optamos na segunda atividade pela realização da mesma apenas através de uma escala de tempo.

a) Atividade 1: diâmetros e distâncias- um relato

Nessa atividade, realizamos uma montagem experimental, construindo os astros e dispendo os mesmos em escala de diâmetro e distância, conjuntamente. Para isso, foi necessário inicialmente calcularmos as dimensões dos planetas do Sistema Solar na escala em que o Sol possui 20cm de diâmetro². Em seguida, modelamos esses astros nessa escala utilizando bola de isopor e massa de modelar. Continuamos a atividade determinando as distâncias dos planetas em relação ao Sol, utilizando a mesma escala do tamanho do Sol. Escolhemos um espaço e um tempo bastante amplos para a realização dessa montagem espacial e temporal.

Para desenvolver a atividade de proporção das distâncias cada integrante do grupo segurou nas mãos um planeta e um, o Sol. Fizemos essa atividade em torno do Instituto de Física. Iniciamos fixando o Sol e inserindo Mercúrio a cerca de 8 metros de distância do mesmo, Vênus a aproximadamente 16 metros, Terra a uns 22 metros do Sol e Marte a quase 33 metros. Foi possível perceber que esses quatro primeiros planetas estão bem próximos pela possibilidade de vê-los com facilidade a partir do Sol ou entre si. A inserção de Júpiter, apesar de maior que os demais planetas já estava a cerca de 112 metros do Sol e, portanto, 79 metros de Marte, o planeta mais próximo dele. Saturno estava a cerca de 205 metros do Sol. De Saturno era possível observar os planetas anteriores a ele, porém já bem distantes. O planeta Urano já estava bem distante, a uns 412 metros do Sol; Netuno, a uns 646 metros do Sol e Plutão a uns 847 metros do Sol.

Ao final, para que os professores que ficaram fixos segurando os “planetas” também observassem as distâncias envolvidas, voltamos ao Sol e realizamos todo o percurso para encontrar os demais planetas e cada participante que estava com um planeta juntava-se a nós. Assim, todos realizaram todo o percurso, partindo do Sol até Plutão, o que significou percorrer uma distância maior de 800m.

b) Atividade 2: Tempo: movimento dos planetas – um relato

Esta atividade iniciou com os cálculos dos valores relativos do movimento de translação de cada planeta em comparação ao movimento da Terra. Percebemos que os valores de periélio e afélio sugeriram valores muito próximos. Assim, fizemos o movimento mais próximo ao circular, utilizando, desta forma, valores de distância média. Cada professor fez o papel de um planeta para que todos pudessem em alguns momentos visualizar, e em outros, participar da atividade. A análise dos movimentos foi dividida em quatro etapas para efetuarmos uma parada dos planetas e observarmos o que da Terra era possível ver naquele momento no céu. Por exemplo, a nossa primeira observação nessa direção foi quando os três primeiros planetas efetuaram seus movimentos completos e, então, comentamos que, quando isso acontecia: esses planetas ficavam alinhados. Explicamos que os dois planetas, Vênus e Mercúrio, ocultariam uma pequena parte do Sol e que só seria possível ver com telescópios e, ainda, que depois dos primeiros $\frac{1}{4}$ de volta da Terra, durante a noite, não veríamos nenhum dos dois planetas e que apenas no amanhecer ou entardecer veríamos esses planetas. Completamos a explicação para uma volta completa em relação à visibilidade dos dois planetas no céu.

² Os valores usados foram extraídos da Oficina de Astronomia do Canalle (1998).

Pegamos mais três planetas, Marte, Júpiter e Saturno e, ainda, a Terra. Neste caso, a Terra caminhava mais rápido e a situação se inverteria. Neste momento, ao fazer a relação com a Terra, trabalhamos com a divisão em graus. Assim, enquanto a Terra dava uma volta, Marte dava meia volta, Júpiter andava 30° e Saturno 12°, um passo mais ou menos. Verificamos a cada ano completo da Terra o que poderíamos observar no céu e verificamos que estes planetas, diferentemente dos interiores, eram possíveis de ser observados durante a noite.

Com os demais planetas, Urano, Netuno e Plutão, verificamos que em uma única volta da Terra não seria possível observar nenhuma movimentação deles no céu. Assim, para uma volta da Terra, imaginávamos que tivesse passado 100 anos. Para uma volta de 100 anos da Terra, Urano daria um pouco mais de uma volta, Netuno menos de uma volta e Plutão $\frac{1}{4}$ de volta. Dessa forma, percebemos que esses planetas não mudavam muito a sua posição do céu.

Principais resultados

Relatamos a seguir nossos principais resultados referentes à aplicação das duas atividades aqui apresentadas, exemplificados de episódios que fornecem elementos para inferências dos mesmos. Esses dados foram extraídos dos momentos: pré e pós-testes e da realização de cada uma das atividades. O pré e o pós-teste foram constituídos pela primeira e última atividade, respectivamente.

Nossos dados nos revelam, de um lado, uma grande surpresa por parte dos professores em relação às dimensões do Sistema Solar e a dura constatação de se ver tão pequeno diante do Universo, de outro um ganho conceitual para além das relações espaciais, um ganho de uma outra perspectiva, um novo jeito de olhar e sentir a astronomia escolar.

No que se refere à tomada de consciência dos significados do ser humano e da Terra na dimensão astronômica, pudemos verificar ao final da construção do Sistema Solar em escala, enquanto comentamos sobre a beleza os astros que havíamos construídos, afirmações como a da professora E, mexendo a cabeça em sinal de indignação, disse: *“quando se fala em proporção, a coisa muda de figura, cabeça da gente, quando pensa em tamanhos dos planetas é uma coisa. Aqui, nós fizemos com as proporções, gente, a gente não é nada, olha, não é nada”*; ou ainda de comentários do tipo: *“quando a gente vê nos livros, os planetas são quase do mesmo tamanho do Sol (professor R)”*; *“Nós, perto do Sol somos ‘cisquinhos’, olha!” (professor E)* ou *“Eu fico imaginando a gente aí dentro dessa Terra, que nos parece tão grande (professora A)”*.

Ao acompanhá-los durante todo o percurso, pudemos ouvir uma série de comentários, nos quais foi possível perceber a construção de uma outra relação com o espaço. A professora R, ao apresentar a Terra em sua mão, disse: *“essa é a Terra, imagine mais de seis milhões de habitantes aqui!”* A professora F, representando o Sol, disse: *“até aquele último ali eu consegui ver e esses primeiros eu conseguia até papear”*. A professora E comentou: *“nossa, que legal, estou impressionada, como é que se vê esses planetas?”*. Ela disse ainda: *“fazendo assim, desse jeito, melhora aquela concepção errada que a gente tem, porque além de ser um assunto muito difícil, pra nós não representa nada só no papel e isso clareou. Isso é bom para darmos mais valor ao nosso planeta, né. Aí é o pedagógico, quando você aprende, você vê que aprendeu, não adianta só a teoria”*. A professora E, disse ainda: *“não me conformo com essa proporção, agora eu tenho uma idéia melhor daquilo que só*

via em livros e é muito diferente do que eu pensava e até agora só vimos o tamanho”.

Outros comentários feitos pelos professores durante a atividade dão sustentação à constatação na mudança de visão de espaço do professor: *“Nossa, eu não sabia que o Sistema Solar era tão vazio”; “Nossa, eu errei tudo na minha entrevista, coloquei todo mundo pertinho”; “Nossa, como a gente não é nada”; “Uau, como a Terra é pequena”; “Como ficam longe um do outro”; “Não é possível. Vocês erraram nessa conta”; “Por isso é tão difícil para o homem fazer viagens espaciais”; “Agora fiquei pensando na temperatura dos planetas mais distantes. Não deve chegar luz do Sol lá”.*

Os comentários ao final da atividade das proporções de tamanhos e distâncias no Sistema Solar, também reforçam a nossa constatação de mudança na visão do professor. São exemplos, frases do tipo: *“eu achava que era mais pertinho um do outro, que era possível ver (professora H)”*; *“eu tinha uma noção de que os tamanhos eram diferentes, mas não nessa proporção e as distâncias, eu pensava que eram as mesmas de um planeta para o outro (professora F)”*; *“eu já tinha percebido que as distâncias eram grandes, mas é a primeira vez que faço na prática uma atividade dessas (professor G)”*; *“eu já tinha visto que as distâncias eram diferentes, mas é difícil imaginar quando essa distância é muito grande, não é possível ter essa noção, só aqui, a gente andando que foi possível perceber (professora S)”*.

Os vários comentários dos professores sobre seus erros em relação às dimensões, na atividade de entrevista, mostra que as dimensões espaciais foram melhor compreendidos pelo professor após as atividades. São frases do tipo: *“Quando eu lia no livro que comparando o Sol com uma bola de futebol, a Terra seria uma cabeça de alfinete, não tinha a noção exata, só percebi melhor quando fizemos os planetas e colocamos suas distâncias proporcionais (professora A)”*; *“Erros graves: coloquei estrelas bem perto da Terra, sendo que o Sol vem primeiro; - Nossa, peguei um Sol muito pequeno e [apresentei] dificuldade para falar sobre a Lua. - Estrelas perto da Terra, antes da Lua, que horror! - Acertei que Mercúrio é o mais próximo. - Acertei que tem a seqüência dos planetas, que é de forma elíptica, não falei de Vênus que vem antes da Terra. - Nossa coloquei Marte bem acima daquela eclíptica (professora E)”*; *“Coloquei estrelas no Sistema Solar e não está correto; errei a proporção de tamanho do Sol e Terra, assim como a distância. - O tamanho da Terra que peguei foi enorme, eu mudaria o tamanho. - Em relação ao tamanho da minha Terra, eu aumentaria um pouco o tamanho de Marte que escolhi. - Pela imagem, parece que meu Sol ficou do mesmo tamanho, ou quase do mesmo tamanho que a Terra. Eu mudei o tamanho do Sol, mas deveria ter aumentado muito mais. - não colocaria as estrelas no Sistema Solar. - melhoraria as proporções de distância entre o Sol e os planetas (professora S)”*, e *“Todas as atividades trabalhadas tiveram grande valor para que o meu trabalho possa ser aprimorado, mas aquele em que mais chamou-me a atenção foi o fato de confeccionarmos a dimensão de cada planeta em relação ao Sol e suas respectivas distâncias. Teoricamente, sabia que as distâncias entre os planetas e entre os planetas e o Sol eram imensas, mas não nos moldes no nosso experimento. Com relação ao tamanho, então, nem se fala! (professora R)”*.

Na segunda atividade, de movimento de translação dos planetas, embora a realização da mesma fosse de difícil execução, já que era necessária uma grande organização do grupo para que todos realizassem os movimentos de forma

simultânea. No início foi um pouco confuso, mas logo eles se acertaram e foi interessante perceber que eles começaram a tirar conclusões importantes como a fixação de alguns planetas em relação às constelações já que seu movimento é muito pequeno no céu. Também perceberam na distância do planeta ao Sol, o elemento predominante na determinação do tempo que cada planeta demora a dar uma volta em torno do Sol.

Um outro elemento interessante em relação a esta atividade foi a constatação da construção de uma visão, ao mesmo tempo externa e interna a Terra, através da compreensão de que os planetas Mercúrio e Vênus só são possíveis de serem observados próximos ao Sol e, ainda, que apenas em horários de nascer e ocaso do Sol, podemos observar esses planetas e que nem sempre a observação destes astros é possível. Verificamos também que essa atividade requer um maior amadurecimento das visões espaciais, já que para ser realizada em sua plenitude foi preciso ver os movimentos de fora da Terra e também entrar na Terra para observar como os planetas estão no céu (visíveis ou não).

Considerações finais

Ao realizar a construção do Sistema Solar em escala de tamanho e distância, simultaneamente, pudemos ouvir uma série de comentários nos quais foi possível perceber a construção de uma outra relação com o espaço. A indignação dos professores tanto em relação aos tamanhos quanto às distâncias dos planetas nos mostrou que esses professores pareciam se deparar com uma realidade nunca antes imaginada. Neste momento, os professores pareciam confrontar o que pensavam como o modelo ali construído e as discrepâncias eram tantas que esse conhecimento ganhou uma dimensão surpreendente, principalmente no caso da Terra, já que talvez não seja nada agradável, na nossa cultura, perceber o quão pequeno é o nosso *“grande planeta Terra”* e o quão insignificantes nos tornamos diante do Universo.

O fato de os próprios professores realizarem os cálculos de proporção, sendo fornecida apenas uma tabela com o valor real dos planetas e do Sol e, também, um valor fixo para o diâmetro do Sol, tornou a atividade mais interessante. Apesar de surpresas, eles pareciam acreditar mais nos valores encontrados para a proporção. Eles afirmavam nunca ter imaginado algo semelhante em termos de dimensão do Sistema Solar e apresentaram uma preocupação imediata com o que falaram nas entrevistas. O professor A fez um comentário sobre isso na avaliação do curso: *“Quando eu lia no livro que, comparando o Sol com uma bola de futebol, a Terra seria uma cabeça de alfinete, não tinha a noção exata, só percebi melhor quando fizemos os planetas e colocamos suas distâncias proporcionais”*.

Este tipo de atividade parece ter contribuído na criação de elementos para a formação de uma imagem que os nossos professores nunca haviam formado antes: um exercício de imaginar o Sistema Solar observado de fora e, até mesmo, de dentro. Parecia que, ao realizar essa experiência, o conhecimento espacial das distâncias e dos tamanhos dos astros eram realmente incorporados, fazendo parte deles e não mais uma tabela com valores sem significado. No momento em que caminhávamos pelo modelo de Sistema Solar, percebemos que muitas outras relações começavam a serem feitas pelos professores como, por exemplo, a distribuição da luz solar em dependência com a distância do planeta ao Sol e a dificuldade dos cientistas em conhecer e estudar planetas que estão muito distantes.

Esses elementos extrapolaram o nosso objetivo em relação a esta atividade que era apenas o de dar uma noção mais real das relações de tamanho e distâncias no Sistema Solar.

Dentre as várias atividades do curso de extensão, essa relativa à construção em escala, foi sem dúvidas a mais comentada pelos professores, ao final do curso, na atividade de avaliação. Acreditamos que isto tenha ocorrido devido ao espanto que ela, sem dúvida, produziu. cremos que esse efeito, juntamente à grande diferença com o modelo construído por eles durante a entrevista, sejam responsáveis pelo sucesso dos professores na identificação de seus erros iniciais.

Na atividade de representação dos movimentos dos planetas do Sistema Solar, foi possível, por exemplo, perceber a observação dos planetas no céu e suas relações com o movimento anual de cada planeta, assim como o motivo pelo qual os planetas interiores estão sempre próximos ao Sol, e ainda, o fato dos planetas exteriores possuírem uma movimentação mais lenta no céu. Consideramos o aprendizado sobre a localização, não apenas da Terra no sistema, bem como a sua própria localização (na Terra e no Sistema Solar), como uma inter-relação da parte e do todo. Nessas percepções estão implícitas coordenações de perspectivas, em que se faz necessário a visualização ao mesmo tempo externa e interna. Como esta atividade foi realizada no último dia de aula, percebemos uma maior facilidade dos professores em desempenhar essa tarefa de descentração do ponto de vista.

Os professores elogiaram muito a primeira atividade da pesquisa, elegendo-a como a principal atividade do curso que os ajudaram a melhor desenvolver a noção de espaço. De um modo geral, percebemos que o trabalho efetuado nas atividades, com os objetos de representação dos elementos do sistema solar dispostos no espaço, pôde ajudar os professores na ampliação das noções espaciais na Astronomia, fornecendo uma noção mais real das relações espaciais entre os astros, nas quais os elementos astronômicos parecem ganhar forma, tamanho, distância e movimento para além do que normalmente trabalham os livros didáticos. Esses objetos ganharam uma nova dimensão e acreditamos que ganharam vida na mente desses professores.

Referências Bibliográficas

- BARDIN, L. (1995). **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. K. (1994) **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradutores: ALVAREZ, M. J., SANTOS, S. B.
- BISCH, S.M. (1998). **Astronomia no 1º grau: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores**. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- BRASIL (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências Naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC/SEMT.
- CANALLE, J.B.G. (1998). **Oficinas de Astronomia**. Disponível em: www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf. Acesso em: 12 de setembro de 2004.
- CANALLE, J.B.G., TREVISAN, R.H., LATTARI, C.J.B. (1996). Erros Astronômicos nos Livros Didáticos do 1º Grau. In: **Caderno de Resumos do V Encontro de**

Pesquisadores de Ensino de Física. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Física, p.28.

CARVALHO, A. M. P. (2004). Metodologia de pesquisa em ensino de Física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. In: Atas – Mesa Redonda do **IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física.

CASATI, R. (2001). **A descoberta das sombras: de Platão a Galileu, a história de um enigma que fascina a humanidade.** São Paulo: Companhia das Letras.

CIÊNCIA HOJE (1994). Astronomia na escola fundamental: material didático fraco e professores sem preparo dificultam ensino. **Ciência Hoje**, 17 (102), p. 81.

KRINER, A. (2004). Las fases de la luna, cómo y cuándo enseñarlas? **Ciência e Educação**, v.10 (1) pp.111-120.

LEITE, C. (2006). **Formação do Professore de Ciências: uma proposta com enfoque na espacialidade.** Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

_____ (2002). **Os professores de Ciências e suas formas de pensar a Astronomia.** Dissertação de mestrado. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

_____ (1998) **A Astronomia nos livros didáticos do 1º. Grau.** Monografia de fim de curso, São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade São Paulo.

LEITE, C. & HOSOUME, Y. (2005). Metodologia de pesquisa no ensino de astronomia: enfoque na espacialidade In: **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Bauru: ABRAPEC.

LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. (1986). **Pesquisa em educação: abordagem qualitativa.** São Paulo: EPU.

NASCIMENTO, S.S., HAMBURGER, E.W. (1994). Considerações sobre um curso de extensão para professores de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 11(1), pp. 43-51.

PIAGET, J. (1975). El pensamiento matemático. In: **Introducción a la epistemología genética**, vol. 1. Buenos Aires: Paidós.

PIAGET, J., INHELDER, B. (1993). **A representação do espaço na criança.** Porto Alegre: Artes Médicas.

ROBILOTTA, M. (1985). O espaço na/da natureza da/na física. In: ROBILOTTA, M **Construção e realidade no ensino de Física.** São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

SZAMOSI, G. (1986). **Tempo & Espaço: as dimensões gêmeas.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

THUILLIER, P. (1994). Espaço e perspectiva no quattroceto. In: THUILLIER, P. **De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, pp. 57-87.

TREVISAN, R. H., REIS, G.A., LATTARI, C. J. B. (2003). Atividade didática para o ensino de Astronomia no nível fundamental: A Lua. In: **Anais da VIII SEMANA DA FÍSICA**, Londrina: Eduel pp. 1-11.

TREVISAN, R.H., et al (2003). O aprendizado dos conceitos de Astronomia no ensino fundamental. In: **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Curitiba: Sociedade Brasileira de Física, pp.1867-1874.