

A FORMA E OS MOVIMENTOS DA TERRA: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE OBSERVAÇÃO COTIDIANA E OS MODELOS CIENTÍFICOS

*Flávia Polati Ferreira*¹

*Cristina Leite*²

Resumo: A forma e os movimentos da Terra são alguns dos assuntos mais presentes em documentos oficiais e pesquisas em educação em astronomia. Grande parte das propostas de ensino destes temas os sugerem junto a aspectos da astronomia observacional. Diante disso, neste trabalho apresentamos alguns dos principais resultados de uma pesquisa que investigou as percepções de professores acerca das relações entre o conhecimento oriundo da observação e os modelos científicos atualmente aceitos sobre os temas “forma e movimentos da Terra”. Os dados analisados foram obtidos durante a aplicação de uma proposta didática, em um curso de extensão universitária para formação continuada de professores de São Paulo, estruturada a partir da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos e guiada por algumas das ideias centrais do educador Paulo Freire. Os resultados indicam que uma pequena parte dos professores parece compreender as relações de “contradição aparente” e “limitação” fazendo o uso de conceitos da espacialidade e muitos argumentaram essas relações com base apenas em frases vagas ou “chavões”, desconexos à problematização proposta. As dificuldades dos professores em relacionar elementos da observação com os modelos científicos parecem indicar uma necessidade de abordar aspectos da observação junto ao conhecimento astronômico na formação continuada de professores.

Palavras-chave: Forma da Terra; Movimentos da Terra; Paulo Freire; Três momentos pedagógicos; Formação continuada de professores.

LA FORMA Y LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA: PERCEPCIÓN DE PROFESORES ACERCA DE LAS RELACIONES ENTRE OBSERVACIÓN COTIDIANA Y MODELOS CIENTÍFICOS

Resumen: La forma y los movimientos de la Tierra son algunos de los temas con mayor presencia en los documentos oficiales y en las investigaciones en educación en Astronomía. Gran parte de las propuestas de enseñanza de estos temas sugieren trabajar aspectos de la Astronomía observacional. De acuerdo con lo expuesto, en este trabajo presentamos algunos de los principales resultados de una investigación sobre las percepciones de los profesores acerca de las relaciones entre el conocimiento construido a partir de la observación y los modelos científicos actualmente aceptados de los temas “forma y movimientos de la Tierra”. Los datos analizados fueron obtenidos durante el desarrollo de una propuesta didáctica estructurada a partir de algunas de las ideas centrales del educador Paulo Freire y de la dinámica de los Tres Momentos Pedagógicos que deriva de las mismas. La propuesta fue implementada en un curso de extensión universitaria para formación continua de profesores en la ciudad de São Paulo. Los resultados indican que una pequeña parte de los profesores parece comprender las relaciones de “contradicción aparente” y “limitación” con relación a los conceptos de espacialidad, mientras que una gran mayoría explicó tales relaciones con frases vagas o “lugares comunes”, sin relación directa con la problematización propuesta en el curso. Las dificultades de los profesores en relacionar la observación con los modelos científicos parecen indicar la necesidad de abordar los distintos aspectos de la actividad de observación junto con el conocimiento astronómico en la formación continua de profesores.

Palabras clave: Forma de la Tierra; movimientos de la Tierra; propuesta didáctica; Tres momentos pedagógicos; formación continua de profesores.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo. E-mail: <flaviapolati@gmail.com>.

² Docente do Departamento de Física Experimental – Instituto de Física – Universidade de São Paulo. E-mail: <crismilk@if.usp.br>.

THE EARTH'S SHAPE AND MOVEMENTS: TEACHERS' PERCEPTION OF THE RELATIONS BETWEEN DAILY OBSERVATION AND SCIENTIFIC MODELS

Abstract: The Earth's shape and movements are some of the most common issues in official documents and research studies of astronomy education. Many didactic proposals suggest these issues within observational astronomy. Therefore, we present in this paper some of the main results of a research study of the teachers' perception of the relations between the knowledge from daily observation and scientific models currently accepted about the "earth's shape and movements". Data were obtained in application of the didactic proposal during a teacher training course for teachers from São Paulo, have been constructed with the dynamics "Three Pedagogical Moments" and guided by some of the central ideas of the educator Paulo Freire. The results indicate that a small proportion of teachers seem to understand some of the relations of "apparent contradictions" and "limitations" with the concepts of spatiality, and many of them argued based only on vague phrases or "buzzwords", unconnected to the problem explored. The difficulties of teachers to relate elements of daily observation with scientific models seem to indicate a necessity to approach some these aspects with the astronomical knowledge in the teacher training courses.

Keywords: Earth's Shape; Earth's movements; Paulo Freire; Three pedagogical moments; Teacher training course.

1. Apresentação

O Sistema Solar é um dos temas da astronomia mais presente nos documentos oficiais nacionais e estaduais, tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) quanto na Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008). Entretanto, isso não garante que esses temas sejam abordados em sala de aula.

Dentre os principais conteúdos presentes em artigos de Ensino de Astronomia, destacam-se os temas forma da Terra, seu campo gravitacional e rotação, órbitas planetárias e a astronomia observacional (MARRONE JUNIOR; TREVISAN, 2009). Langhi (2009, p.212) denominou "astronomia essencial" aqueles conceitos comumente encontrados tanto em artigos da área quanto nos principais documentos oficiais, sendo eles: forma da Terra, campo gravitacional, dia e noite, fases da Lua, órbita terrestre, estações do ano e astronomia observacional.

A dificuldade de crianças e professores em compreender algum dos temas da astronomia é relatada por inúmeros trabalhos. A percepção da Terra como planeta, por exemplo, foi investigada por inúmeros trabalhos desde a década de 70, como o de Nussbaum e Novak (1976), Mali e Howe (1979), Baxter (1989), Vosniadou e Brewer (1992), Nardi e Carvalho (1996), Bisch (1998), Leite (2002), Nobes et al. (2003), entre outros. No universo dos estudantes, o formato da Terra também é representado com uma divisão em dois hemisférios, o inferior - que apresenta uma superfície plana feita de terra e rochas onde seria a "morada" dos seres vivos, e o superior - constituído do ar e do céu (NUSSBAUM; NOVAK, 1976; MALI; HOWE, 1979). Já no universo dos professores, por sua vez, nosso planeta é muitas vezes representado na forma "arredondada", com um exagerado achatamento nos polos, onde seria nosso local de morada, ou então se assemelhando a um planisfério (BISCH, 1998; LEITE, 2002).

Outro quesito importante para a construção da forma esférica da Terra está associado à noção de gravidade. Alguns resultados indicam que estudantes e professores

que concebem a Terra na forma esférica apresentam ainda dificuldades em localizar nosso planeta no espaço e representar a direção da gravidade corretamente (NUSSBAUM; NOVAK, 1976; NARDI; CARVALHO, 1996; CAMINO, 2006).

Ao sugerir assuntos da “astronomia essencial” que poderiam balizar a escolha desses conteúdos em cursos para a formação de professores, Langhi e Nardi (2010, p.213) chamam principalmente nossa atenção para a ampla presença do tema astronomia observacional em grande parte dos documentos pesquisados. Ao analisar os PCNs de Ciências para o Ensino Fundamental II (BRASIL, 1998), Soler (2012, p.129) verificou que os temas “Astrometria e Observação da Esfera Celeste” e “Sistema Terra-Lua-Sol” são os que mais se destacam.

Na Proposta Curricular do Estado de São Paulo de Ciências para o Ensino Fundamental II (SÃO PAULO, 2008) há propostas de atividades de astronomia que abordam explicitamente atividades de observação do céu em *Situações de Aprendizagem* (SA) na 5ª série (apenas uma SA) e na 6ª série (cinco SAs) (SOLER, 2012, p.126). No entanto, para o caso da forma da Terra, grande parte das atividades propunha o uso de modelos tridimensionais com bolas de isopor e lanternas. Há uma escassez de propostas de observação direta junto a este tema (FERREIRA, 2013, p. 54).

Alguns dos eventos cotidianos e regularidades astronômicas percebidas através da observação do céu sempre foram objetos de indagação e busca de conhecimento pelo homem. A observação dos astros, em diferentes épocas, auxiliou o homem em diversos momentos de sua existência a encontrar explicações sobre a forma do planeta e sua posição no Universo, por exemplo (LIVI, 1990, p.9).

Dessa forma, o papel das atividades de observação do céu tanto como elemento motivador quanto estruturante do conhecimento astronômico vem sendo destacado por diversas pesquisas em educação em astronomia. Sendo a astronomia uma ciência relacionada intimamente com a atividade de observação do céu, a presença de elementos básicos oriundos da observação deveria ser contemplada no ensino desta ciência (CANIATO, 1973; LANGHI; NARDI, 2010; KLEIN et. al., 2010; KANTOR, 2012).

Embora encontremos nos documentos nacionais e na literatura da área a importância de se abordar os conhecimentos básicos de observação do céu, há diversos problemas que permeiam o uso efetivo dessas atividades na formação de professores, tais como: a quase ausência de astronomia na formação inicial; a praticamente ausência de atividades de observação do céu em cursos de formação continuada; a resistência dos professores em abandonar o conhecimento livresco, pronunciados através de afirmações sem profundidade (BRETONES, 2006; LANGHI, 2009).

Além disso, alguns conceitos da astronomia necessitam de conhecimentos que vão além das informações divulgadas pelos livros didáticos ou mídia em geral. Muitos deles envolvem abstrações para interpretar as relações entre o que se observa e o que nos diz o modelo científico (SEBASTIÁ, 2004), o que envolve um conhecimento espacial que vai além da representação de figuras em duas dimensões (LEITE, 2006).

Uma dificuldade inerente ao conhecimento astronômico, por exemplo, se deve à natureza da observação, visto que nossa percepção do céu é limitada, pois observamos grande parte dos fenômenos e objetos astronômicos apenas em duas dimensões. Uma das possibilidades de se perceber a terceira dimensão através da observação direta do

céu, por sua vez, seria a partir do movimento do observador ao viajar pelo universo e se movimentar ao redor dos astros (LEITE; HOSOUME, 2009).

Outro aspecto importante que tange o conhecimento astronômico são as contradições aparentes, que podem surgir ao compreendermos as relações entre o que observamos no céu e os modelos astronômicos atualmente aceitos. Os PCNs sugerem a abordagem deste aspecto junto com o conhecimento astronômico como uma interessante estratégia para promover uma completa interpretação do movimento aparente do Sol:

Certamente os alunos manifestam a contradição entre o que observam no céu - o movimento do Sol tomando-se o horizonte como referencial - e o movimento de rotação da Terra, do qual já tiveram notícia. As dúvidas dos alunos, contudo, podem ser o ponto de partida para se estabelecer uma nova interpretação dos fenômenos observados. (BRASIL, 1998, p. 62).

Essas dificuldades, por sua vez, se somam a um ensino de astronomia permeado por inúmeros “chavões”, frases prontas desprovidas de significados ou relações com elementos observacionais ou mais profundos do conhecimento astronômico (BISCH, 1998). Bisch (1998, p. 235) encontrou nas falas de professores inúmeros chavões, como por exemplo, ao dizer serem os movimentos da Terra “rotação e revolução” e ao serem questionados o que são rotação e revolução, respondiam serem os movimentos da Terra.

Embora haja avanços e entraves, uma das ações necessárias para o ensino e a pesquisa em educação em astronomia envolve pensar, elaborar e oferecer cursos para a formação continuada de professores, em que a escolha dos conteúdos prezaria por abordar ao menos assuntos da “astronomia essencial”, através de diferentes estratégias didáticas, mas com forte ênfase em aspectos observacionais (LANGHI, 2009, p.315).

Diante desse cenário, o presente trabalho visa apresentar alguns dos resultados da aplicação de uma proposta didática para a formação continuada de professores em astronomia que teve como objetivo central promover um diálogo entre os elementos da observação vivenciáveis em nosso cotidiano com os modelos científicos atualmente aceitos para os temas forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar. Esta proposta se fundamentou em elementos centrais da pedagogia de Paulo Freire e seguiu a dinâmica dos *Três Momentos Pedagógicos* (3MP), que apresentamos na seção seguinte.

2. Elementos da pedagogia de Paulo Freire e os Três Momentos Pedagógicos

Como oposição ao ensino tradicional, marcado pelo predomínio de ações do professor “falando sobre os conteúdos” e os alunos os recebendo passivamente, o educador brasileiro Paulo Freire (1921-1997) defendeu em sua obra uma educação problematizadora e dialógica, onde o processo de ensino-aprendizagem deva ser realizado pelo professor *com* o aluno, em contrapartida à educação “bancária” - aquela realizada *sobre* o aluno.

Para Freire, o conhecimento seria uma entidade dinâmica: não se trata de uma aquisição que *foi*, mas de uma conquista que *está sendo*. Conhecer remete a questionar, repensar e atuar, dada a existência atuante transformadora do homem:

Conhecer, na dimensão humana, que aqui nos interessa, qualquer que seja o nível em que se dê, não é o ato através do qual um sujeito, transformado em objeto, recebe, dócil e passivamente, os conteúdos que outro lhe dá ou impõe. O conhecimento, pelo contrário, exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante: Conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos. E é como sujeito e somente enquanto sujeito, que o homem pode realmente conhecer. (FREIRE, 1988, p. 27).

A problematização do conhecimento científico, no sentido de apresentar um problema desafiador à busca de respostas, é condição fundamental no processo de ensino-aprendizagem:

Na verdade, nenhum pensador, como nenhum cientista, elaborou seu pensamento ou sistematizou seu saber científico sem ter sido problematizado, desafiado. Embora isso não signifique que todo homem desafiado se torne filósofo ou cientista, significa, sim, que o desafio é fundamental à constituição do saber. (FREIRE, 1988, p. 54).

É levando em conta que o ser humano é um ser inconcluso, numa constante busca pelo saber em sua essência, que a *curiosidade ingênua*, associada ao saber de senso comum, pode se tornar *curiosidade epistemológica* (FREIRE, 1996, p. 14-5). Educar pela problematização envolve trazer à tona os problemas que surgem da curiosidade ingênua e com ele promover o diálogo e uma criticidade, que transformará tanto as concepções dos educandos quanto a dos educadores, em curiosidade epistemológica.

Em seu livro *Extensão ou Comunicação?* (FREIRE, 1988), Freire discute o sentido da atividade de extensão na relação entre agrônomos e camponeses no contexto das discussões sobre o aumento da produtividade na agricultura. Neste âmbito, Freire traça uma discussão crítica e condena a ação extensionista do agrônomo perante o agricultor, na qual, o agrônomo seria o detentor do conhecimento que se lança do contexto da produção do conhecimento para fazer uma extensão do mesmo ao agricultor.

Ao fazer uma analogia entre as relações agrônomo/agricultor e professor/aluno, é possível discutir alguns dos sentidos e objetivos da atividade de extensão de um curso de *extensão universitária* (nosso contexto de atuação e proposta). Na década de 30, a extensão era vista como uma via de mão única, onde é flagrante a extensão do conhecimento da universidade, “que desconhecendo a cultura e o saber popular, apresentava-se como detentora de um saber absoluto, superior e redentor da ignorância” (SERRANO, 2011), para o público fora dos muros da academia. Na década de 70, “falava-se em realimentação, mão dupla, retroalimentação e outras terminologias similares que, na realidade, propiciaram a incorporação do sentido de comunicação ao extensionismo” (ROCHA, 2001).

De fato, se o conhecimento é tido, no senso comum, como objeto passível de posse e transporte, desconectado de elementos vivenciáveis pelos sujeitos, e se isso implica uma postura pedagógica tipicamente tradicional e extensionista, não é insensato partir da hipótese de que o mesmo se dê nos cursos de extensão universitária (FERREIRA; HENRIQUE; GAMA, 2011).

Assumindo um contexto em que muitos cursos de formação de professores que se dão como atividades de extensão universitária são freireanamente extensionistas, cabe questionarmos: Em que medida (e de que formas) podemos pensar uma extensão universitária dialógica que não somente estende seus conhecimentos, mas dialoga com os conhecimentos vivenciáveis e passíveis de curiosidade dos professores?

Numa tentativa de romper com a extensão em um curso de formação continuada de professores e elaborar uma proposta nos temas de astronomia que seguisse algumas ideias centrais da pedagogia de Paulo Freire, utilizamos como guia para estruturação das atividades a dinâmica dos “*Três Momentos Pedagógicos*” (3MP).

Esta dinâmica surgiu na década de 70, a partir da reflexão de um grupo de pesquisadores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, no contexto da apropriação dos aspectos da pedagogia freireana nos projetos de ensino de Ciências. As primeiras tentativas de incorporação se deram em um projeto para as 5ª e 6ª séries do ensino fundamental na Guiné-Bissau e, posteriormente, foi desenvolvido também no Rio Grande do Norte e em São Paulo (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010).

Desta maneira, adotamos a dinâmica dos 3MP para a construção das atividades de forma a garantir no curso um constante diálogo entre o conhecimento oriundo da observação vivenciável no cotidiano com os conhecimentos e modelos astronômicos atualmente aceitos para os temas forma e movimentos dos planetas. Os 3MP podem ser explicitados, resumidamente, como: 1) *Problematização inicial*; 2) *Organização do conhecimento*; 3) *Aplicação do conhecimento* (DELIZOICOV, 1983).

A *problematização inicial* (PI) propõe que se parta do conhecimento vivencial dos estudantes, podendo ser expostos em discussões em pequenos grupos, para posteriormente serem levados para uma discussão num grande grupo. O papel do professor é questionar, provocar a dúvida e gerar interesse pela discussão. O objetivo é que os estudantes sintam a necessidade de novos conhecimentos.

Como evidencia Muenchen (2010), após reformulações da proposta inicial, houve uma mudança do que se entende pelo primeiro momento pedagógico proposto desde sua primeira concepção, com os projetos desenvolvidos em Guiné-Bissau e no Rio Grande do Norte. A proposta inicial para o primeiro momento consistia em partir de um “tema gerador”, extraído a partir de uma investigação temática com a comunidade, que guiaria a problematização e faria a relação com o conhecimento vivenciado pelos alunos. Após reformulações, os autores ampliaram as perspectivas ao propor uma problematização inicial estruturada a partir dos conceitos científicos:

De fato, essa mudança na proposta de uso do primeiro momento está relacionada às diferentes perspectivas didático-pedagógicas que embasam as proposições oriundas dos três projetos anteriores e a do projeto do qual o livro é parte integrante (Coleção Magistério). [...] As alterações dizem respeito, sobretudo, às diferenças existentes entre uma abordagem conceitual e uma abordagem temática. (MUENCHEN, 2010, p.136).

Niemeyer, Araujo e Muenchen (2014) ainda nos mostra que, atualmente, há diversos trabalhos na literatura nacional que realizaram propostas didáticas embasadas na dinâmica dos 3MP e optam por uma abordagem conceitual. De acordo com as autoras, ainda que a abordagem conceitual represente certo híbrido da proposta inicial, tais trabalhos contemplam aspectos da pedagogia freireana e propõem estratégias que visam romper com a prática “bancária” na educação (NIEMEYER; ARAUJO; MUENCHEN 2014, p.5).

Com isso, após reformulações, o momento de problematização pode ser estruturado tanto a partir de um tema gerador, obtido pela *investigação temática* com os alunos e a comunidade, quanto a partir de uma *abordagem conceitual*, em que a organização se dá a partir dos conceitos científicos apresentados, através de um problema a ser resolvido (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

A segunda etapa dos momentos pedagógicos tem como objetivo a *organização dos conhecimentos* (OC), em que os temas selecionados são aprofundados a partir dos questionamentos iniciais, que poderiam a princípio ser desestruturados, para posteriormente construir o conhecimento científico. Neste segundo momento, o conhecimento científico não é exposto de maneira estancada, com fim em si mesmo, mas correlacionado com o problema inicial, mantendo-os envolvidos no trabalho de aquisição do conhecimento:

Ou seja, introduz-se a ideia de que a intenção é que o conhecimento científico está colocado na perspectiva de compreensão da problematização e do tema, e não como um fim em si mesmo. Para desenvolver esse momento, o professor é aconselhado a utilizar como recurso diversas técnicas de ensino, tais como: estudo em grupo, seminários, visitas e excursões. (MUENCHEN, 2010, p. 137).

No terceiro momento, a *aplicação do conhecimento* (AC), os conceitos problematizados são retomados através de uma síntese, ou aplicados em novas situações que exijam todos os conhecimentos trabalhados, em que:

Constata-se um retorno para a discussão do que é proposto inicialmente no primeiro momento, ou seja, um retorno às questões iniciais assim como a proposição de novas questões que possam ser respondidas pela mesma conceituação científica abordada no segundo momento, na intenção de transcender o uso do conhecimento para outras situações que não apenas a inicial. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010, p. 6).

Em nossa proposta, em função das limitações de carga horária e do contexto em que se desenvolveu, optamos por utilizar uma abordagem conceitual. O principal critério que norteou a escolha das questões da problematização foi um conceito da astronomia que permitisse facilmente trazer à tona problemas de situações reais vivenciadas no cotidiano. Desta forma, concordamos com Niemeyer, Araujo e Muenchen (2014) ao considerar positivas as iniciativas do uso dos 3MP em propostas de ensino que partam de uma abordagem conceitual e assim buscam romper com a prática de educação bancária no ensino, ainda que reconheçamos seus limites por não fazerem o uso de uma abordagem temática.

3. Uma proposta de curso de extensão para a formação de professores

Nesta pesquisa apresentamos um recorte dos resultados de uma dissertação de mestrado de uma das autoras. A escolha dos temas “forma e movimentos da Terra”, através de uma observação baseada nos aspectos vivenciados no cotidiano, se deu em razão da ampla presença destes temas nos PCNs e no Currículo do Estado de São Paulo. Somando a estes fatores, os resultados de algumas pesquisas sobre concepções alternativas de professores e estudantes de diversos níveis e culturas a respeito desses temas nos mostrou a necessidade de se propor uma discussão sobre o caráter esférico de nosso planeta e seus movimentos de rotação e revolução na formação continuada de professores.

Buscando conciliar nossa proposta com as ideias de Paulo Freire, nosso objetivo formativo consistiu em possibilitar um caminho para um ensino-aprendizado a partir da problematização das questões oriundas da *curiosidade ingênua*, muitas delas associadas às observações vivenciadas em nosso cotidiano. Através do diálogo com estas questões, buscamos propiciar um olhar crítico deste conhecimento, rumo a uma *curiosidade epistemológica*, que possibilitasse aos professores tornar compreensíveis as relações entre o conhecimento oriundo da observação cotidiana e os modelos científicos atualmente aceitos para os temas abordados.

Ao seguir a dinâmica dos 3MP, todas as atividades propostas partiram inicialmente de uma problematização da maneira como percebemos alguns elementos da observação vivenciados no cotidiano, seja na forma de questão para reflexão e diálogo ou vivenciado no momento inicial das aulas. A partir deste questionamento, o conhecimento astronômico foi organizado a partir da interpretação dos modelos construídos com bola de isopor, buscando fornecer elementos para esclarecer a problemática inicial. Por fim, a questão inicial de cada atividade era retomada no contexto dos demais planetas do Sistema Solar, numa aplicação do conhecimento trabalhado em outro contexto.

Neste artigo, apresentamos um recorte da proposta como um todo, trazendo as atividades que trataram do tema *forma e movimentos* dos planetas do Sistema Solar (atividades 1 a 12). No contexto dos cursos de extensão realizados pela universidade em que atuamos, nossa proposta se desenvolveu durante uma semana, num período total de 40 horas. Em razão dessas especificidades, foram desenvolvidas em sala de aula 16 atividades (de cerca de 1 hora e 30 minutos), uma visita externa ao “Observatório Abraão de Moraes” (localizado em Valinhos-SP) e duas observações do céu noturno a olho nu e com o auxílio de telescópios.

A primeira atividade iniciou com uma *problematização inicial* (PI) sobre a maneira como observamos a forma dos planetas do Sistema Solar a partir de um referencial terrestre. As atividades 2 a 5 buscaram uma *organização do conhecimento* (OC) e trabalharam os argumentos e as justificativas para a esfericidade dos planetas e quais as consequências disso, discutindo as maneiras como representamos o local em que vivemos na Terra (atividade 2), como percebemos a ação da gravidade terrestre (atividade 3) e como percebemos a iluminação terrestre em diferentes regiões (atividade 4 e 5). Por fim, a atividade 6 (seis) se deu como *aplicação do conhecimento* (AC) em que foi feita uma síntese do que foi discutido nas atividades anteriores através de um debate do tipo *Júri Simulado*, retomando a questão central “a Terra é plana ou

esférica?”. Na Tabela 1 evidenciamos a estrutura geral das atividades do tema “forma dos planetas”.

Momento Pedagógico	Número da Atividade: Título	Objetivos
1º	1: Como observamos a forma dos planetas do Sistema Solar?	Problematizar a maneira como observamos a forma dos planetas do Sistema Solar
2º	2: O que significa morar em um planeta? 3: Ações da gravidade nos planetas 4: Incidência dos raios solares nos planetas 5: O “globo terrestre paralelo”	Aprofundar os conhecimentos acerca da forma dos planetas analisando a incidência dos raios solares e as ações da gravidade nos planetas
3º	6: Visões de mundo - “A Terra é plana ou esférica?”	Sintetizar os conhecimentos das atividades anteriores respondendo uma questão central

Tabela 1 - Atividades do tema “Forma dos planetas” estruturadas nos 3MP.

No tema movimentos dos planetas, as atividades 7 (sete) e 11 (onze) apresentaram momentos de *problematização inicial* (PI), acerca da maneira como observamos os movimentos de rotação e revolução da Terra, através da análise dos movimentos aparentes do Sol.

As atividades 8 (oito) e 9 (nove), por sua vez, representaram momentos de *organização do conhecimento* (OC), com um estudo detalhado sobre como percebemos os fenômenos que envolvem os movimentos da Terra, como é o caso do dia e da noite (explorando o movimento de rotação) e das estações do ano (explorando o movimento de revolução).

A atividade 10 (dez) também representou um momento de organização e aprofundamento de noções de observação do céu realizada no *Observatório Abraão de Moraes*.

Por fim, a atividade 12 (doze) realizou a *aplicação do conhecimento* (AP) trabalhado nas atividades anteriores, com o debate do “Júri Simulado”, como forma de os professores utilizarem os argumentos e exemplos vistos nas atividades anteriores para defender uma posição acerca de uma questão central “A Terra quem se move em torno do Sol ou o Sol em torno da Terra?”.

Na Tabela 2 apresentamos uma síntese com a estrutura geral das atividades que trataram do tema movimentos dos planetas.

Momento Pedagógico	Número da Atividade: Título	Objetivos
1º	7: Movimentos dos planetas: rotação 11: Movimentos dos planetas: revolução	Problematizar a maneira como observamos os movimentos de revolução e rotação da Terra.
2º	8: Movimento de rotação e o “dia e a noite” 9: Movimento de revolução e as “estações do ano” 10: Observação do céu e dos planetas	Aprofundar os conhecimentos acerca dos movimentos dos planetas, como as percepções dos fenômenos do dia e da noite, estações do ano.
3º	12: Visões de mundo – “A Terra quem se move em torno do Sol ou o Sol em torno da Terra?”.	Retomar os conhecimentos das atividades anteriores respondendo uma questão central.

Tabela 2 - Atividades do tema “Movimentos dos planetas” estruturadas nos 3MP.

4. Metodologia e Material de análise

Seguindo a tradição de pesquisas em educação, optamos por uma metodologia de pesquisa qualitativa, em que se buscou estudar como se dá o processo de construção do conhecimento durante um curso de formação continuada de professores, não se limitando apenas aos produtos, mas sim buscando compreender as diferentes perspectivas dos resultados obtidos (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49). As investigadoras atuaram como “observadoras participantes” e houve uma interação constante com os sujeitos investigados em função de o processo ter ocorrido em sala de aula, participando de todos os momentos da obtenção dos dados e influenciando na condução do ambiente natural (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 125).

Após a leitura e releitura dos dados, foi possível voltar nosso olhar para detectar elementos que permitiriam inferir sobre a percepção dos professores acerca de relações problematizadas no curso. O procedimento de categorização seguiu as técnicas de *análise de conteúdo* propostas por Bardin (1995) e o processo de inferência no olhar dos dados foi de extrema importância na análise realizada, pois possibilitou a passagem da *descrição* à *interpretação* (FRANCO, 2005).

Focamos nossa análise dos dados buscando indicativos para responder a seguinte problemática central: *Como professores em um curso de formação continuada interpretaram algumas das relações entre a observação cotidiana e os modelos científicos atualmente aceitos para a forma e os movimentos da Terra?*

Para analisar a percepção dos professores acerca de nossa problemática central, realizamos um recorte dos dados obtidos na segunda aplicação da proposta e optamos em utilizar as transcrições das respostas às questões escritas propostas nas aulas iniciais 1 e 7, que chamamos de “*Questões para reflexão e diálogo*” e nas atividades finais 6 e 12, que denominamos “*Questões para Síntese*”, desenvolvidas nos momentos de *problematização inicial* e *aplicação do conhecimento*, respectivamente. Na Tabela 3 (três) apresentamos as questões que forneceram nossos dados para análise.

Questões propostas
1) Qual é a forma da Terra para você? Em nosso dia-a-dia, qual é o formato da Terra que você observa? Qual a relação entre sua primeira e sua segunda resposta? Há contradições?
6) Podemos “decidir” somente com nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra é plana ou esférica? O que necessitamos para tomar esta “decisão”? Cite exemplos.
7) Quem se movimenta em torno de quem: o Sol em torno da Terra ou a Terra em torno do Sol? Em nosso dia-a-dia, quem é que você observa se movimentar, o Sol ou a Terra? Como é denominado este movimento? Qual a relação entre sua primeira e sua segunda resposta? Há contradições?
12) Podemos “decidir” somente com nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra gira em torno do Sol ou se o Sol gira ao redor da Terra? O que necessitamos para tomar esta “decisão”? Cite exemplos.

Tabela 3 - Questões propostas nas aulas 1, 6, 7 e 12 que forneceram os dados analisados.

A aplicação da proposta didática, assim como dos instrumentos de coleta de dados, se deu em duas ocasiões, uma na forma piloto e outra realizada um ano após, com a metodologia e os instrumentos de coleta de dados reformulados, focando na busca de elementos que nos permitiriam responder nossa questão central. Neste artigo apresentamos os resultados da segunda aplicação.

5. O perfil dos professores participantes

No total, participaram desta pesquisa 23 (vinte e três) professores de diversas áreas. Tais professores elegeram participar deste curso por livre e espontânea vontade, não tendo sido convocados por suas respectivas diretorias de ensino ou recebido remuneração por nenhuma das partes. Isto nos indica que já havia uma pré-disposição destes docentes em aprender assuntos de astronomia.

Buscando caracterizar o perfil dos professores cursistas, solicitamos que os mesmos respondessem na primeira aula um questionário com questões pessoais e abertas sobre sua formação e atuação, tempo de experiência em sala de aula, se abordou conteúdos de astronomia em suas aulas, participação em outros cursos neste tema, realização de atividades de observação do céu, dentre outros.

Dentre os 23 (vinte e três) professores que responderam este questionário, apenas 3 (três) lecionavam exclusivamente em escolas privadas, enquanto 19 (dezenove) lecionavam em escolas públicas, o que se deve em razão da forte presença da astronomia no Currículo das escolas estaduais de São Paulo. Apenas um deles não lecionava no momento (estava cursando a graduação em Licenciatura em Ciências e já possuía formação em outra área, na qual atuava no momento).

Ao serem questionados por quanto tempo atuam na profissão de professor, percebemos um perfil bastante heterogêneo, em que 6 (seis) deles disseram ministrar aulas por um período de até 3 (três) anos; 6 (seis) entre 4 (quatro) e 7 (sete) anos; 4 (quatro) entre 8 (oito) e 12 (doze) anos; 6 (seis) um período superior a 15 (quinze) anos.

A área de formação na graduação nos mostrou também um espectro diversificado dos participantes que atuaram nesta pesquisa, visto que 9 (nove) professores disseram ter cursado Licenciatura em Ciências, 4 (quatro) em Física, 5

(cinco) em Geografia, 3 (três) em Matemática, 1 (um) em Química, 1 (um) em Letras, 2 (dois) em Pedagogia, 1 (um) em Engenharia, 1 (um) Educação Física (vale mencionar aqui que muitos deles eram formados em mais de uma área do conhecimento).

Essa diversidade também foi percebida ao questionarmos as disciplinas em que lecionam suas aulas em nível fundamental ou médio, em que: 9 (nove) deles lecionam Ciências; 5 (cinco); Física; 5 (cinco) Geografia; 3 (três) Matemática; 1 (um) Português, 1 (um) História (também muitos deles lecionavam mais do que uma disciplina). Isso evidenciou o interesse de professores de diversas áreas por temas da astronomia.

Ao perguntamos se já haviam realizado algum curso de astronomia, 10 (dez) professores responderam já ter feito algum curso, citando cursos de extensão oferecidos pela USP ou pelo Planetário de Campinas e do Ibirapuera, e 13 (treze) deles nunca realizaram algum curso de astronomia, o que representa a maior parte deles.

Embora pouco menos da metade dos professores participantes nunca tivessem participado antes de cursos de astronomia, grande parte deles, 17 (dezesete), disseram já ter ministrado assuntos de astronomia em suas aulas. Isso pode estar relacionado com a ampla presença de conteúdos de astronomia em livros didáticos atuais e na Proposta Curricular do Estado de São Paulo, o que pode ter gerado um possível sentimento de necessidade de procurar cursos dessa natureza.

Por fim, ao questionarmos se haviam realizado alguma atividade de observação do céu a olho nu ou com telescópios, 14 (quatorze) deles disseram nunca ter realizado atividades dessa natureza e apenas 9 (nove) disseram já ter participado de alguma atividade de observação. Isso nos mostra que uma pequena parte dos professores de nossa amostra participou antes de nosso curso de atividades de observação do céu.

6. Resultados e Análises

Nossa problemática de pesquisa surgiu a partir de nossa constatação em outros trabalhos que a compreensão de conteúdos de astronomia exige conhecimentos que articulem as percepções da observação vivenciadas no cotidiano com os modelos teóricos aprendidos e ensinados em sala de aula, indo além das informações estancadas nos livros didáticos e na mídia em geral (BISCH, 1998; SEBASTIÁ, 2004; LEITE; HOSOUME, 2009).

Dessa forma, nossa análise se centrou na busca de elementos que evidenciassem as maneiras como os professores de nossa amostra interpretaram algumas das relações entre elementos da observação vivenciáveis no cotidiano com os modelos de forma e movimentos da Terra atualmente aceitos. Voltamos nosso olhar para interpretar duas das possíveis relações entre estas perspectivas:

- **Contrações aparente:** aquela que ocorre entre a observação cotidiana e primeira do formato (que nos mostra uma Terra plana) e dos movimentos da Terra (que, por estarmos no referencial terrestre, a Terra parece estática, sendo o Sol o astro em movimento) e dos modelos científicos atualmente aceitos (em que a Terra é esférica e possui movimentos).

- **Limitações:** o fato da observação cotidiana e primeira, que nos mostra apenas uma Terra plana e estática, não fornecer indícios diretos dos modelos científicos

de forma esférica e do movimento de revolução da Terra, sendo necessárias outras observações de elementos astronômicos para corroborar o modelo aceito.

Inicialmente interpretamos as percepções dos professores de nossa amostra em 3 (três) grandes categorias, que visaram inicialmente distinguir se o professor percebeu ou não a problematização da contradição aparente ou da limitação: 1) *Compreende as relações e as explica*: percebeu as relações de contradições aparente ou limitações e apresentou algum argumento com elementos da astronomia que fornecesse indícios do porquê destas relações ocorrerem; 2) *Compreende as relações e não explica*: percebeu as relações de contradição aparente ou limitações, porém não argumentou sobre a relação problematizada ou apresentou conceitos astronômicos incorretos ou incompletos; 3) *Não compreende as relações*: não demonstrou compreender as contradições aparentes ou limitações entre a observação cotidiana e os modelos.

Após distinguir o nível de compreensão dos docentes nas categorias 1 a 3, os argumentos apresentados foram classificados em subcategorias, que versavam sobre a natureza conceitual do argumento e sua relação com elementos do conhecimento astronômico. Neste momento de classificação nas subcategorias, estas não se deram de maneira excludente, podendo assim um mesmo professor ter apresentado dois ou mais argumentos que classificamos em mais de uma subcategoria. Uma síntese das categorias e subcategorias elaboradas é apresentada ao final desta seção, na Tabela 4.

6.1 Percepções da forma da Terra

Ao perguntarmos inicialmente “*Qual a forma da Terra?*” todos os professores disseram categoricamente ‘a Terra é esférica’. Em seguida, ao questionarmos “*Qual o formato da Terra que observamos em nosso cotidiano?*” cerca de metade deles respondeu ser plana (13 professores – 57%), classificados nas categorias 1 e 2, dando indícios iniciais da percepção de uma aparente contradição. No entanto, menos da metade dos professores (dez – 43 %), classificados na categoria 3, responderam observar em seu cotidiano uma Terra esférica.

Somente 22% (cinco) dos professores, classificados na categoria 1) *Compreende as relações e as explica*, demonstraram perceber que há uma aparente contradição entre o que se observa e o modelo científico atualmente aceito para a forma da Terra. Estes professores apresentaram argumentos que enunciam uma tentativa de explicação do porque existir a contradição aparente usando noções da espacialidade, como a noção de referencial, de escalas e de proporções.

Três desses professores argumentaram que a contradição aparente decorre da maneira como observamos a forma da Terra de um referencial na superfície terrestre, o que possibilitaria a percepção apenas de um plano e que, no espaço poderíamos observar indícios da esféricidade. Outro argumento usado por dois professores foi a noção de que em razão de observarmos a Terra em pequena escala não podemos observá-la como um todo, pois observamos apenas uma parte dela.

Outros professores de nossa mostra (30% - 7 professores), classificados na categoria 2) *Compreende as relações e não as explica*, também perceberam a contradição aparente e, no entanto, seus argumentos não explicaram o porquê dessa contradição ocorrer. Embora este grupo tenha apresentado de maneira correta alguns

argumentos que mostram que a Terra é esférica, eles não apresentaram uma reflexão sobre a contradição problematizada, fugindo da comparação em foco, e assim não estabelecendo articulações entre a observação cotidiana e o modelo de Terra esférica. Houve ainda alguns professores desse grupo que expressaram conhecimentos de elementos astronômicos na forma de chavão ou frases vagas.

Seis professores justificaram a esfericidade da Terra associando a possibilidade de perceber este aspecto ao observar um objeto surgindo no horizonte. Três deles usaram o argumento histórico para justificar que a Terra é uma esfera, em outras palavras: ao observarmos um navio no mar, na medida em que vai se afastando do observador, ele vai desaparecendo aos poucos, devido ao fato de que sua trajetória acompanha a curvatura da Terra.

Já outro professor fez uma analogia ao argumento do navio aparecendo no horizonte marítimo no contexto de um carro surgindo no horizonte terrestre, embora isso, por escalas de tamanho e proporção, não possibilite observar a curvatura da Terra. Outros dois professores apresentaram um argumento de maneira semelhante à ideia de observar um objeto surgindo no horizonte ao relacionar a sensação de que na Terra há um limite e ali estaria um grande abismo.

Um dos professores que apresentou o argumento da observação no horizonte enunciado anteriormente, ainda apresentou a noção de que podemos provar que a Terra é esférica ao compará-la com a forma de outros astros, como o Sol e a Lua, o que daria indícios de que seu formato só poderia esférico, visto que os demais astros que observamos também são. Outro professor desse grupo anterior também complementou seu argumento relacionando a gravidade como causa da esfericidade terrestre, associando a ideia de atração dos corpos massivos com o formato esférico da Terra.

Neste grupo houve ainda dois professores que apresentaram argumentos que envolveram a autoridade da ciência ou recursos da tecnologia, não refletindo sobre a contradição aparente problematizada. Um deles afirmou não poder fazer nenhuma afirmação sobre isso, pois constatar que a Terra é esférica seria um argumento científico enquanto que a forma observada, por ser plana, não seria ciência, crendo dessa maneira que a observação não nos traz informações ditas científicas. Um argumento semelhante apresentado por outro professor foi de que somente seria possível observar uma esfera com o uso de tecnologia, com a observação feita em um telescópio.

Por fim, percebemos ainda que cerca de metade dos professores de nossa amostra (cerca de 48% - 11), classificados na categoria **3) Não compreende as relações**, não percebeu a contradição aparente problematizada. Alguns deles não apresentaram argumentos com elementos da astronomia e, os poucos que tentaram argumentar com conceitos astronômicos, os enunciaram de maneira vaga ou na forma de chavão.

Dois professores apresentaram o argumento da observação do horizonte em uma praia como prova da esfericidade da Terra. Porém, não explicaram como um objeto observado no horizonte marítimo pode evidenciar a esfericidade. E ainda um deles disse visualizar a curvatura da Terra apenas observando o limite do horizonte no mar – o que está incorreto, pois esta observação não nos evidencia algum caráter esférico.

Dois professores disseram poder constatar a esfericidade da Terra através da observação da esfera celeste, visto que, devido ao aspecto de um grande círculo, a Terra só poderia ser esférica. Um deles mencionou ainda perceber a Terra dividida em dois

grandes hemisférios semicirculares, um acima da superfície (o que seria a esfera celeste) e outro abaixo da mesma, o que se assemelha a concepções alternativas de professores e estudantes encontradas em outros trabalhos (NUSSBAUM, 1979; VOSNIADOU; BREWER 1992; BAXTER, 1989; LEITE, 2002; NOBES et. al., 2003).

Ainda dois outros professores associaram a possibilidade de constatar o formato esférico da Terra apenas com a observação do Sol. Um deles disse poder verificar que a Terra é esférica a partir da observação da “curvatura dos raios solares”, nos momentos do nascer e pôr do Sol, o que não evidencia diretamente o aspecto esférico de nosso planeta. Outro ainda afirmou poder perceber a esfericidade observando a posição do Sol em distintos lugares, embora não tenha explicado claramente o significado disso.

Um dos professores que apresentou o argumento da observação do Sol complementou-o dizendo somente ser possível provar que a Terra é esférica observando-a com tecnologia, como um telescópio. Outro não citou exemplos e apenas afirmou de maneira que “a ciência prova que a Terra é esférica”, parecendo crer somente poder constatar que a Terra é esférica através de “provas científicas”.

Encontramos ainda 4 (quatro) professores que apresentaram chavões ou frases vagas. Um deles disse que podemos constatar que a Terra é esférica pela observação da posição das estrelas e outro com a observação da incidência solar, sem apresentar mais algum detalhe. Um terceiro considerou ser devido às “forças externas ou pressões”, sem especificar o que seriam essas grandezas. Outro apenas disse que observa a Terra como redonda, sem refletir sobre isso e apenas repetindo algo aprendido e sem significado.

Ao final das atividades que abordaram o tema forma dos planetas, questionamos se apenas com a observação cotidiana era possível concluir que a Terra era esférica, buscando assim analisar sua interpretação acerca das **limitações** da observação primeira e cotidiana para perceber o caráter esférico de nosso planeta. Ao todo, 22 professores responderam esta questão (apenas 1 ausente).

Na categoria **1) Compreende as relações e as explica** classificamos apenas uma pequena parcela de nossa amostra (17% - 4 professores) que demonstraram perceber a limitação problematizada e assim apresentaram algumas tentativas de explicar por que isso ocorre.

Apenas um professor afirmou que não é possível concluir a esfericidade da Terra usando noções de escalas ao afirmar que isso se dá devido ao fato de observarmos apenas uma parte do planeta, e não o todo. Três deles disseram ser possível perceber que a Terra é esférica com a observação da incidência da luz solar e sombras e dois deles relacionaram com a observação das sombras de objetos em diferentes regiões do planeta. O terceiro relacionou este argumento com a observação da sombra da Terra na Lua durante um eclipse lunar.

Grande parte dos professores de nossa amostra, classificamos na categoria **2) Compreende as relações e não as explica** (44% 10 professores), embora tenham demonstrado perceber a limitação problematizada, apresentaram argumentos vagos ou inconsistentes para justificar o por que desta limitação ocorrer.

Apenas um professor argumentou sobre a possibilidade de observar outros astros para inferir que a Terra é esférica. Seis deles mencionaram ser possível concluir

que a Terra é esférica a partir do conhecimento enunciado pelos cientistas ao longo da história, o que evidencia uma crença na autoridade da ciência. Um deles complementou o argumento que classificamos como autoridade da ciência dizendo ser possível constatar que a Terra é esférica tirando diversas fotos de nosso planeta em sucessivos horários, dessa maneira apresentando uma crença na tecnologia. No total, quatro professores argumentaram usando noções de tecnologia para concluir que a Terra é esférica, e três deles não mencionaram que tipo de tecnologia poderia auxiliar nesta percepção.

Na categoria **3) Não compreende as relações** uma grande parte de nossa amostra (39% - 8 professores) pareceu não compreender as limitações da observação primeira e cotidiana para perceber que a Terra é esférica. Suas respostas apresentam argumentos vagos ou incorretos envolvendo reflexões sobre elementos da espacialidade ou científicos, ou diversos chavões e informações vagas, que fogem a questão das limitações da observação e não se relacionavam à problemática central.

Grande parte dos professores classificados nesta categoria (cinco) apresentaram frases vagas ou “chavões”, como dizendo que era possível perceber que a Terra se move observando o dia e a noite ou os movimentos dos planetas, sem explicar detalhadamente estes conceitos. Dois deles ainda associaram a incidência da luz solar ou a percepção das sombras para determinar se a Terra é esférica. Um deles apresentou de maneira vaga e desconexa a percepção da “altura” do Sol ou da variação das sombras no tempo, não explicitando o que significa esta altura ou o que se percebe desta sombra, ao longo do tempo, que forneça indícios da forma do planeta.

Um dos professores classificados nesta categoria apresentou argumentos que envolvem a autoridade científica se apoiando nas ideias de cientistas ao longo da história. Dois deles afirmaram poder concluir com o uso de recursos tecnológicos, não mencionando qual seria este recurso tecnológico, ou então mencionou de maneira categórica poder perceber a esfericidade visualizando uma foto.

Um professor apresentou ainda o argumento de que observando a esfera celeste ou então o caminho que as nuvens fazem ao “cair no horizonte” seria possível concluir com a observação cotidiana que a Terra é esférica, ainda que essa observação não possibilite concluir que a Terra é esférica.

6.2 Percepções dos movimentos da Terra

Ao voltarmos nosso olhar sobre a percepção dos professores acerca das relações entre a observação cotidiana e primeira com o modelo científico atualmente aceito para os movimentos da Terra, vemos inicialmente que todos os professores de nossa amostra que responderam a questão 7 (20 professores - 3 ausentes da amostra total) perceberam a contradição aparente problematizada. Dessa forma, as percepções encontradas sobre a problemática da contradição aparente foram classificadas apenas nas categorias 1 e 2.

Mais de um terço de nossa amostra (35% - 7 professores), classificados na categoria **1) Compreende as relações e as explica**, explicou o porquê da contradição aparente entre o astro que observamos se movimentar no referencial terrestre (o Sol) e os movimentos da Terra. Este grupo de professores apresentou argumentos com base

nas ideias da espacialidade em sua justificativa. Três professores relacionaram o estudo do movimento da Terra ou do Sol de acordo com a escolha do referencial. Um deles disse ser o referencial que determina quem se movimenta em torno de quem e que a escolha do referencial pode simplificar o estudo dos movimentos observados.

Quatro professores relacionaram a não possibilidade de percepção dos movimentos da Terra com a ideia dos movimentos serem relativos. Dois professores argumentaram claramente que essa contradição se deve em função de estarmos localizados na superfície de nosso planeta e, ao realizarmos os movimentos juntamente com a Terra, não podemos percebê-la se movimentando. Um deles apresentou ainda a ideia de que pelo fato de estarmos “parados”, mas girando junto com a Terra, temos a impressão de que o Sol se movimenta. O outro professor apenas disse ser “por causa do movimento relativo entre os corpos”, embora não tenha fornecido mais detalhes.

Embora mais do que metade dos professores (65% - 13 professores) tenha percebido a contradição aparente questionada, não apresentaram argumentos que permitissem explicar algumas das razões para esta contradição ocorrer ou então fugiram da questão. Foram classificados na categoria **2) *Compreende as relações e não as explica***.

Muitos destes professores apresentaram frases vagas ou chavões para justificar apenas o porquê da Terra se movimentar. Um deles apresentou a ideia de que isso ocorre devido a um “sistema gravitacional”, mas não disse o que significa isso. Dois deles não apresentaram argumentos com elementos astronômicos, apenas disseram não estar clara a observação dos movimentos da Terra. Outros dois professores ainda repetiram os conceitos de duração do dia e da noite e das estações do ano, a existência do movimento de revolução e rotação da Terra (definições teóricas) ou a observação da sombra de objetos sem correlação ou reflexão com a problematização proposta.

Quatro professores relacionaram o conceito da gravidade como a causa do movimento de revolução da Terra ao redor do Sol, o que não se trata de um argumento para justificar a contradição aparente problematizada. Outros três professores apresentaram a noção de que a percepção do fenômeno do dia e da noite seria uma prova ou evidência do movimento da Terra, sem perceber que isto é um fato que ambos os modelos de Terra estática ou em movimento dá conta de explicar. Outro professor apresentou o argumento de que é possível somente com recursos tecnológicos perceber que a Terra se move, sem dizer quais são esses recursos e como eles permitem isso.

Já na análise da percepção dos professores acerca das **limitações** da observação cotidiana para perceber o movimento de revolução da Terra, classificamos os 20 professores que responderam a questão de investigação nas categorias 1, 2 e 3.

Na categoria **1) *Compreende as relações e as explica*** classificamos apenas 5 (cinco) professores (25%) que deram indícios de perceber que com a observação cotidiana não é possível determinar os movimentos da Terra. Todos estes professores apresentaram argumentos relacionando a observação de outros astros como um fator que nos permitiria constatar os movimentos da Terra. Um deles apresentou um argumento trabalhado durante o curso que consistiu na observação das posições das constelações e alguns planetas ao longo de um ano, no momento do nascer ou do pôr do Sol, inferindo que o aparecimento de distintas constelações próximo ao Sol em diferentes momentos do ano se dá em razão da Terra se mover em torno do Sol.

Também foram apresentados alguns dos argumentos que auxiliariam a reforçar a ideia de que a Terra não é o centro dos movimentos de todos os corpos celestes, como a observação das fases em Vênus ou de luas em Júpiter.

Embora outra parte dos professores (25% - 5) classificada na categoria **2) *Compreende as relações e não as explica***, demonstrou ter percebido a limitação questionada, os argumentos apresentados foram incompletos e pouco desenvolvidos, ainda que tivessem usado noções de observação de outros astros. Os cinco professores enunciaram a possibilidade de observar as estrelas ou os planetas, porém não expressaram uma ideia clara e coerente sobre a necessidade dessa observação para perceber a variação da posição destes astros em observações ao longo de um grande intervalo de tempo. Um professor expressou de maneira vaga a percepção do movimento de Marte e sua constatação como planeta que possui um movimento em relação às estrelas fixas, porém não expressou claramente o significado desta ideia.

Dois desses professores complementaram seu argumento relacionando-os com a possibilidade de constatar os movimentos da Terra através de observações com instrumentos ou através de aparelhos que pudessem acompanhar os movimentos das constelações, sem mencionar quais instrumentos seriam estes, de forma a acreditar que o auxílio de alguma tecnologia poderia verificar os movimentos.

Por fim, a maior parte de nossa amostra (50% - 10 professores), classificados na categoria **3) *Não compreende as relações***, não indicou perceber que a observação cotidiana não nos possibilita concluir diretamente que a Terra possui movimento de revolução. Estes professores em seus argumentos associaram esta questão a fenômenos e apresentaram frases vagas ou chavões, usando alguns conceitos astronômicos que não estavam relacionados ao problema proposto.

Grande parte dos professores desta categoria (cinco) apresentou frases vagas e chavões, referindo-se, por exemplo, à percepção do movimento relativo e a um sistema de referencial, sem refletir como seria a influência do referencial e como se daria a observação que determinaria o movimento da Terra.

Um professor afirmou ser possível concluir que a Terra se movimenta somente com o uso de recursos tecnológicos, porém não os citou. Houve também um professor que disse ser somente possível determinar o movimento da Terra através de “pesquisas científicas, imagens e cálculos matemáticos”, como se os instrumentos da ciência atribuíssem a ela uma autoridade da ciência, que permite provar que a Terra se move.

Outros três professores associaram como prova do movimento da Terra a existência de fenômenos como o dia e a noite, as estações do ano e os eclipses, sem uma análise crítica dos mesmos, visto que a existência destes fenômenos possa ser justificada tanto pelo movimento da Terra quanto pelo movimento do Sol. Isso evidencia a dificuldade dos professores em separar o conhecimento fenomenológico do conhecimento próprio do modelo (SEBASTIÀ 2004, p.19).

Ao final da análise dos resultados, apresentamos na Tabela 4 uma síntese das categorias e subcategorias elaboradas. Em fonte normal, estão aquelas subcategorias que apareceram apenas nas questões das contradições. Em itálico, destacamos as subcategorias que apareceram apenas na questão das limitações e, em negrito, aquelas que apareceram tanto na questão da contradição, quanto na questão das limitações.

Categories	1) <i>Compreende as relações e as explica</i>	2) <i>Compreende as relações e não as explica</i>	3) <i>Não compreende as relações</i>
Forma	Referencial Escalas e proporção <i>Incidência da luz solar e sombras</i>	Observação do horizonte Comparação com outros astros Gravidade Autoridade Científica Tecnologia <i>Observação de outros astros</i>	Observação do horizonte Observação do Sol Observação da esfera celeste Autoridade Científica Tecnologia Frases vagas ou Chavões
Movimentos	Referencial Movimentos Relativos <i>Observação de outros astros</i>	Referencial Movimentos Relativos Gravidade Fenômenos Frases vagas ou Chavões Tecnologia <i>Observação de outros astros</i>	<i>Autoridade Científica</i> <i>Tecnologia</i> <i>Fenômenos</i> <i>Frases vagas ou chavões</i>

Tabela 4 - Síntese das categorias e subcategorias nos temas forma e movimentos da Terra.

Uma pequena parte dos professores de nossa amostra demonstrou compreender as relações de contradição aparente (22%) e limitações (17%), na problematização do formato da Terra, e 35% e 25%, respectivamente, para os movimentos. Estes professores apresentaram argumentos que envolveram percepções espaciais, como noções do papel do *referencial* e das *escalas e proporção*, conhecimentos estes intrínsecos tanto à interpretação das relações entre a observação da Terra plana e o modelo de Terra esférica, quanto na percepção das relações entre a observação geocêntrica e explicação heliocêntrica (LEITE e HOSOUME, 2009, p. 807).

Ainda que uma grande parte deles, classificados na categoria 2, tenha dado indícios de compreender as relações problematizadas para o formato (35% contradição aparente e 44% limitações) e para os movimentos Terra (65% contradição aparente e 25% limitações) eles apresentaram argumentos que demonstraram elementos do conhecimento astronômico, como a *observação do horizonte, comparação com outros astros, gravidade, referencial e movimentos relativos*, de maneira desarticulada com a problematização da relação entre o vivenciável e o teórico.

Isso nos faz pensar que alguns professores parecem fazer o uso de um conhecimento “livresco” (BRETONES, 2006, p.211), ou seja, tipos de chavões presentes em muitos livros didáticos que são usados de maneira desconectada do contexto em questão, ou apenas como uma necessidade de empregar o conhecimento que possui.

Além disso, foi possível notar que muitos deles apresentaram um conhecimento fragmentado, na forma de *frases vagas ou chavões*, muitas vezes embasados em informações divulgadas pela mídia ou livros didáticos e geralmente expressados de maneira incorreta (BISCH, 1998). Essa característica foi ainda mais evidente ao olharmos os argumentos dos professores que não compreenderam as relações problematizadas (categoria 3 - 43% contradições aparente e 39% limitações para forma; 50% limitações para os movimentos).

Foi possível evidenciar, ainda que de forma incipiente, que alguns professores passaram a utilizar argumentos trabalhados nas atividades ao longo do curso, como a

observação de outros astros (abordado nas atividades 7 e 10), para argumentar que a observação dá indícios dos movimentos da Terra, e a *incidência da luz solar e sombras* (abordada na atividade 4), ao relacionar nossa percepção de eventos e fenômenos no cotidiano com a esfericidade da Terra. Embora não seja o foco deste trabalho avaliar nossa intervenção, isso indica uma possível influência dos argumentos trabalhados em nosso curso na maneira como alguns dos professores percebiam as relações problematizadas.

Por fim, concluímos que poucos professores pareceram compreender, antes e depois de nossa intervenção, os modelos de forma esférica e o heliocêntrico de uma maneira que os permite relacionar seu entorno vivenciável pela observação com argumentos e explicações astronômicas e muitos se prenderam aos argumentos livrescos, incorretos ou na forma de “chavões” desconexos ao contexto, o que se tornaram obstáculos a compreensão do conhecimento astronômico (BISCH, 1998; SEBASTIÀ, 2004).

7. Considerações Finais

A dificuldade da compreensão das relações de contradição aparente e limitações foi evidenciada nos resultados analisados. Nos momentos de problematização, notamos que alguns professores não perceberam as contradições aparentes entre o formato da Terra que observamos e o modelo de Terra esférica. E muitos pareceram não refletir sobre aquilo que observamos em nosso cotidiano, aceitando o modelo e parecendo aceitar que “observamos uma Terra esférica” a partir do nosso referencial. Já a contradição aparente entre os movimentos do Sol e da Terra pareceu mais facilmente percebida pelos professores, embora muitos deles ainda apresentassem dificuldades em enunciar algum argumento, com elementos da espacialidade, por exemplo, que explicasse algumas das razões desta contradição.

Dessa forma, poucos professores que participaram de nossa pesquisa apresentaram um conhecimento mais amplo, que contemplasse elementos da espacialidade que, por exemplo, fornecesse indícios de transitarem entre percepções de distintos referenciais, relacionando a visão externa que temos da Terra à uma visão interna (LEITE; HOSOUME, 2009, p. 806). Acreditamos que a falta de transição entre as perspectivas de diferentes referenciais se constituiu em um dos obstáculos aos professores em relacionar a observação geocêntrica com a explicação heliocêntrica, ou a observação da Terra plana com o modelo de Terra esférica.

Ao final das atividades, percebemos que os professores passaram a usar alguns argumentos que envolvem elementos da observação trabalhados durante o curso, como a percepção da iluminação terrestre ou a observação de outros planetas. Ainda que isso tenha ocorrido, muitos desses conhecimentos eram apresentados de maneira incorreta ou na forma de “chavões”, desarticulados do contexto problematizado (BISCH, 1998, p. 242). O uso desses chavões se tornou um grande obstáculo a nossa proposta de trabalhar um conhecimento astronômico que dialogue os conhecimentos aprendidos e ensinados com os elementos vivenciados pela observação cotidiana.

A dificuldade de argumentar também é constatada pela ampla presença de argumentos que se limitaram à autoridade da ciência, ao associarem que somente com experimentos seria possível notar que a Terra é esférica ou se move, ou então somente

com recursos tecnológicos, ao dizerem que com telescópios e sondas seria possível observar a Terra esférica. Isso pode ser decorrente de um conhecimento científico tratado nas escolas ou na mídia de maneira dogmática e autoritária, em detrimento das problematizações e do ensino dialógico.

Nossa proposta de intervenção na formação continuada de professores apresentou diversos problemas que se deram tanto pela estrutura e organização do curso (como a limitação da carga horária em apenas uma semana e a impossibilidade de realizar outras atividades de observação do céu noturno e diurno) quanto pela dificuldade de promover uma percepção mais rica e complexa nas concepções dos professores (fato este evidenciado pela permanência ao final do curso de afirmações dogmáticas e pouco problematizadoras dos aspectos da observação).

Embora reconheçamos muitas das limitações de nossa intervenção, vale ressaltar que algumas delas já foram constatadas por outras pesquisas em ensino de ciências, e decorrem principalmente do caráter de cursos de extensão serem de curta duração limitado em uma semana, período este atrelado a disponibilidade dos professores somente durante suas férias letivas. Dessa forma, torna-se um grande desafio de pesquisas na formação continuada proporem cursos efetivos de longa duração, que possibilitem uma vivência maior dos aspectos da observação do céu noturno e diurno, tudo isso atrelado a real disponibilidade temporal desses professores.

Ainda assim acreditamos que nossa proposta propiciou um contexto de questionamento do conhecimento dos sujeitos oriundo da observação cotidiana e de suas relações com os modelos, e assim uma reflexão crítica dos elementos oriundos da *curiosidade ingênua*, buscando uma *curiosidade epistemológica* acerca do planeta em que vivemos. Dessa forma, acreditamos ao inspirarmos-nos nas ideias centrais de Paulo Freire, guiadas pela dinâmica dos 3MP, nossa proposta constituiu-se em um exemplo de como propor atividades que visam dialogar com o conhecimento dos sujeitos e romper com a prática de *educação bancária* e *antidialógica*, comumente encontrada em cursos de extensão universitária.

Contudo, esperamos com este trabalho contribuir com outros cursos de formação continuada de professores que queiram promover um ensino de astronomia menos dogmático e mais crítico, buscando formar professores capazes de problematizar algumas das relações complexas entre fenômenos observáveis em nosso cotidiano e os modelos atualmente aceitos e ensinados.

Agradecimentos

À FAPESP pelo apoio financeiro aos dois projetos relacionados a esta pesquisa (# 2011/05536-0 e BEPE # 2012/06096-7). Ao Prof. Dr. Néstor Camino, pela orientação em um dos projetos citados e contribuições ao desenvolvimento desse artigo. À Angela Bagdonas Henrique, pela correção do texto.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora 70, 1995.
- BAXTER, J. Children's understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, 11 (special issue), p.502-513, 1989.
- BISCH, S. M. **Astronomia no ensino fundamental**: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: Uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais, ciências naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC/SEMT, 1998.
- BRETONES, P. S. **A astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. 2006. 252 f. Tese (Doutorado em Ensino e história de ciências da Terra). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- CAMINO, N. **Génesis y evolución del concepto de gravedad**: construcción de una visión de universo. 2006. 240 f. Tese (Doctorado en Ciencias de la Educación). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 2006.
- CANIATO, R. **Um projeto brasileiro para o ensino de física**. 1973. 576 f. Tese (Doutorado em Ciência). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro, 1973.
- DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a Concepção Freireana de Educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FERREIRA, F. P. **A forma e os movimentos dos planetas do Sistema Solar**: uma proposta para a formação do professor em Astronomia. 2013. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- FERREIRA, F. P.; HENRIQUE, A. B.; GAMA, L. D. Extensão ou comunicação? Discussões sobre um curso de extensão universitária para professores de ciências. In: **Anais do VIII Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências (VIII ENPEC) e I Encuentro Iberoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias (I EIPEC)**, Campinas, SP, 2011.
- FRANCO, M.L.P.B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liberlivro, 2005.

- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- KANTOR, C. A. **Educação em astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural.** 2012. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- KLEIN, A. E; ARRUDA, S. de M.; PASSOS, M. M.; ZAPPAROLI, F. V. D. Os sentidos da observação astronômica: uma análise com base na relação com o saber. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.10, p. 37-54, 2010.
- LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores.** 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.
- LANGHI, R. Astronomia observacional para professores de ciências: uma introdução ao reconhecimento do céu noturno. In.: LONGHINI, M. D. **Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica.** São Paulo: Editora Átomo, SP, 2010. Cap. 1, p.15-36.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)**, v.12, n.2, p.205-224, 2010.
- LEITE, C. **Os professores de Ciências e suas formas de pensar a Astronomia.** 2002. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- LEITE, C. **Formação do professor de ciências em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade.** 2006. 274 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- LEITE, C; HOSOUME, Y. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, 2009.
- LIVI, S. H. B. A Terra e o homem no universo. **Caderno Catarinense de Ensino Física**, v. 7 (Número Especial), p. 7-26, 1990.
- MALI, G. B.; HOWE, A. Development of Earth and gravity concepts among Nepali children. **Science Education**, v. 63, n. 5, p. 685-691, 1979.
- MARRONE JUNIOR, J.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis - SC, v. 26, n. 3, p.547-574, 2009.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos**: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. 273 f. Tese (Doutorado Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico. In: **Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – XII EPEF**. Águas de Lindóia SP: SBF, 2010.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 132-144, 1996.

NIEMEYER, J.; ARAUJO, L. B.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos (3MP) nos artigos presentes nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEFs). In: **Anais do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, SP: SBF, 2014.

NOBES, G.; MOORE, D. G.; MARTIN, A. E.; CLIFFORD, B. R.; BUTTERWORTH, G.; PANAGIOTAKI, G.; SIEGAL, M. Children's Understanding of the Earth in a Multicultural Community: Mental Models or Fragments of Knowledge? **Developmental Science**, v.6, n. 72, 2003.

NUSSBAUM, J.; NOVAK, J. D. An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. **Science Education**, v. 60, n. 4, p. 535-550, 1976.

NUSSBAUM, J. Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study. **Science Education**, 63 (1), 83-93, 1979.

ROCHA, R. M. G. A construção do conceito de extensão universitária na América Latina. In: FARIA, D. S. de (org). **Construção Conceitual da Extensão na América Latina**. Brasília: Editora UNB. 2001.

SÃO PAULO. **Proposta curricular do estado de São Paulo: Ciências**. São Paulo: Secretaria do Estado da Educação, 2008.

SEBASTIÀ, B. M. La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 1, p. 7-32, 2004.

SERRANO, R. M. S. M. **Conceitos de extensão universitária: um diálogo com Paulo Freire**. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/copac/extelar/atividades/discussao/artigos/conceitos_de_extensao_universitaria.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2014.

SOLER, D. R. **Astronomia no currículo do estado de São Paulo e nos PCN**: um olhar para o tema observação do céu. 2012. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. Mental models of the Earth: a study of conceptual change in childhood. **Cognitive Psychology**, v.24, p. 535-585, 1992.