

EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: AUTONOMIA DOCENTE EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS ATRAVÉS DA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

Tais Rodolfo de Almeida¹, Rodolfo Langhi²

¹Licencianda do curso de Física. Departamento de Física. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. UFMS, Campo Grande. Programa Casa da Ciência. Bolsista de extensão pela PBEXT e integrante do grupo de pesquisa “Ciência: Educação e Popularização”. Apoio: CEX/PREAE/UFMS. taisrdealmeida@gmail.com

²Professor Adjunto. Departamento de Física. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. UFMS, Campo Grande. Programa Casa da Ciência. Coordenador do grupo de pesquisa “Ciência: Educação e Popularização”. Apoio: CEX/PREAE/UFMS. prof.langhi@gmail.com

Resumo

A literatura nacional recente mostra que os pesquisadores têm apontado para o uso das atividades experimentais no ensino de Ciências e Física como uma das estratégias mais eficientes para despertar o interesse e a dedicação do aluno, levando em consideração também a forte componente observacional e prática da Astronomia. Uma das importantes considerações sobre as atividades experimentais é a de que não há contribuição efetiva na utilização de kits, roteiros prontos, procedimentos fechados e mensuração de resultados experimentais esperados, uma vez que impede a autonomia do professor e aluno no processo de ensino-aprendizagem. É nesta linha que nossa questão de investigação está estruturada: quais elementos garantem a autonomia docente na elaboração e execução de atividades experimentais de maneira a contribuir efetivamente no ensino de Astronomia? Desenvolvemos esta pesquisa no contexto do Projeto Eratóstenes Brasil, através de atividades de formação continuada de professores da Educação Básica, durante o processo de formação continuada de uma amostra de professores participantes do Projeto Eratóstenes desde 2010. Pretendemos concluir, através da análise dos discursos obtidos por meio de entrevistas com uma amostra de participantes do Projeto, se este modelo de formação continuada de professores, proporciona, de fato, elementos que capacitam esses profissionais para exercerem com autonomia a sua profissão, ao elaborar e aplicar atividades experimentais não estruturadas no ensino interdisciplinar de Astronomia.

Palavras-chave: Projeto Eratóstenes Brasil, formação de professores, atividades experimentais, Educação em Astronomia

Introdução

Um levantamento de artigos da área que abordam o uso de atividades experimentais no ensino de Física revelam uma predominância de experimentos estruturados ou semi-estruturados, indicando assim uma determinada carência em fontes de informações a respeito de atividades experimentais não estruturadas no ensino de Astronomia, o que justifica nossa preocupação neste trabalho. Este levantamento apontou alguns obstáculos a serem superados no ensino de Física e Astronomia, os quais são sintetizados nos seguintes itens: difusão em massa de concepções de senso comum (concepções alternativas) referentes aos fenômenos astronômicos; falhas durante a formação do professor em conteúdos básicos de Astronomia; erros conceituais de Astronomia em livros didáticos (LANGHI, 2009). Além desses itens acima citados, a interdisciplinaridade da Astronomia e as

orientações contidas nos PCN para o ensino deste tema (BRASIL, 1998), são fatores adicionais que justificam o presente estudo, cujo foco manteve-se no âmbito de atividades experimentais não estruturadas no ensino de Astronomia. De fato, conforme Araújo e Abib (2003), a literatura nacional recente mostra que os pesquisadores têm apontado para o uso das atividades experimentais no ensino de Ciências e Física como uma das estratégias mais eficientes para despertar o interesse e a dedicação do aluno, tendendo a minimizar as dificuldades de se aprender e ensinar, levando em consideração também a forte componente observacional e prática da Astronomia. Analisando artigos cujos autores contemplaram o uso de atividades práticas para o ensino, Araújo e Abib (2003) mostram que, das 92 publicações com este tipo de abordagem (abrangendo diversas áreas da Física), a Astronomia é uma das menos encontradas: três publicações. Uma das importantes considerações sobre as atividades experimentais apresentadas de Araújo e Abib (2003) e Gioppo, Scheffer e Neves (1998) é a de que não há contribuição efetiva na utilização de kits, roteiros prontos, procedimentos fechados e mensuração de resultados experimentais esperados, uma vez que limita a autonomia do professor e aluno no processo de ensino-aprendizagem.

Deste modo, o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver e aplicar ações de formação continuada de professores em relação à construção de sua autonomia para o ensino de tópicos de Astronomia fundamental, através do estabelecimento de relações didático-sociais entre escolas localizadas no território nacional e internacional, utilizando as TIC, ao planejarem e executarem, em conjunto, atividades experimentais, que abordassem aspectos da História e Filosofia da Ciência e a interdisciplinaridade da Astronomia, fundamentando-se nas atividades de medição do raio terrestre efetuada por Eratóstenes.

Quanto aos objetivos específicos do projeto, alistamos os seguintes: envolver professores, alunos e escolas do Brasil e de outros países em atividades didáticas colaborativas sob um contexto comum histórico-filosófico (Eratóstenes), a fim de produzir um resultado final único do valor do raio terrestre, a partir de cada uma de suas medições; resgatar recortes de momentos importantes da História e Filosofia da Ciência através da prática docente em sala de aula e fora dela, fomentando discussões e debates sobre temas fundamentais de Astronomia; contribuir para a interdisciplinaridade da Astronomia com Geometria, História, Geografia, Literatura, Matemática, Física, Artes; divulgar a Ciência e seus aspectos sociais, históricos e filosóficos através do estudo do experimento de Eratóstenes; utilizar as TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) no ensino e em atividades didático-pedagógicas, mediante o contato direto entre escolas distantes entre si, de mesma língua ou não; socializar resultados entre comunidades escolares distintas e distantes entre si, através da utilização das TIC, como a internet, por exemplo; executar ações de formação continuada sobre conteúdos e temas de Astronomia fundamental para professores locados na comunidade onde se insere a UFMS, que atuou como órgão coordenador nacional do projeto; abordar conteúdos de Astronomia geralmente não trabalhados durante a formação inicial de professores, visando suprir esta falha específica em sua formação, apesar dos PCN sugerirem o ensino dos mesmos na educação básica; fornecer subsídios para a autonomia docente concernente à criação, elaboração e execução de atividades experimentais (semi-estruturadas) relacionadas ao objetivo de medir o raio da Terra através de procedimentos semelhantes aos que Eratóstenes utilizou há mais de dois

mil anos atrás; abordar, em sala de aula, temas de Astronomia raros no ensino, tais como a descrição da geometria da incidência dos raios do Sol na Terra em diferentes latitudes, a abordagem histórica de como a circunferência da Terra foi medida pela primeira vez há milhares de anos atrás, a determinação do momento real do meio dia da localidade onde se encontra o aluno, a execução de medidas angulares dos raios solares em relação à vertical do local, o cálculo do raio da Terra com materiais de relativa simplicidade, a existência (ou não) de sombra ao meio-dia.

Este trabalho justifica-se mediante o fato de os resultados das pesquisas na área de Educação em Astronomia apontar para a existência de uma grande difusão de concepções de senso comum (concepções alternativas) referentes aos fenômenos astronômicos, conforme Barros (1997), Camino (1995), Nardi (1989) e Langhi e Nardi (2007a) de falhas durante a formação do professor em conteúdos básicos de Astronomia, conforme Bretones (1999) e Maluf (2000), e de erros conceituais de Astronomia em livros didáticos, conforme Pretto (1985), Canalle (1997), Trevisan (1997) e Langhi e Nardi (2007a). Por isso, alguns destes temas foram trabalhados durante o Projeto Eratóstenes Brasil, tais como a forma da Terra, campo gravitacional, estações do ano, solstícios e equinócios, movimento aparente da esfera celeste, características de corpos astronômicos, determinação dos pontos cardeais, sol a pino, entre outros. A interdisciplinaridade do tema do projeto também é um fator que justifica a sua execução, haja vista o grau da relação da Astronomia com os demais conteúdos e áreas de estudo, tais como História, Artes, Matemática, Geometria, Informática, Literatura, Física, Geografia, Ciências. Conforme Tignanelli (1998), estes temas são claramente indissociáveis, o que foi previsto na proposta das atividades desenvolvidas neste trabalho. Os documentos oficiais nacionais para a educação básica tais como os PCN, Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997 e 1998), sugerem o ensino de conteúdos de Astronomia, tais como os abordados pela ação formativa do Projeto Eratóstenes Brasil. Além disso, o projeto fornece subsídios para uma formação cidadã (BRASIL, 1997), através das relações interpessoais à distância, em torno de um tema comum escolar, ocorridas nas comunicações tecnologicamente possíveis entre as escolas participantes (alunos e professores).

Assim, é neste contexto que nossa questão de investigação está inserida: quais elementos garantem a autonomia docente na elaboração e execução de atividades experimentais não estruturadas de maneira a contribuir efetivamente no ensino de Astronomia?

Fundamentação

Há uma crescente preocupação em aumentar o debate sobre o papel da Astronomia introdutória nas instituições formadoras de professores, conforme Bretones (1999), a fim de aproximar a Astronomia do ensino formal escolar, numa tentativa de aprimorar a formação dos professores e dos estudantes. E mesmo que sua formação inicial não dê conta de todos os conteúdos desta natureza (BRETONES, 1999; MALUF, 2000), deve-se pensar na busca de programas de formação continuada que contemplem a Educação em Astronomia e que sejam adequados às reais necessidades formativas dos docentes participantes.

De fato, a formação deficiente do professor em Astronomia lhe traz algumas conseqüências com relação à atuação docente em sala de aula, uma vez que a sua educação formal não lhe garantiu uma abordagem destes saberes disciplinares

(LANGHI e NARDI, 2004 e 2007). Algumas destas conseqüências são as dificuldades em ensinar/aprender conteúdos de Astronomia e a propagação de erros conceituais, concepções alternativas, mitos e crenças sobre fenômenos astronômicos (LANGHI e NARDI, 2004 e 2007; LANGHI, 2005).

Por isso, destacamos a importância da atuação contextualizada destas instituições (universidade e escolas) para o ensino deste tema, porém reconhecemos que há o desafio ainda a ser considerado referente ao estudo das possíveis relações entre estes estabelecimentos e iniciativas, visando o avanço da Educação em Astronomia. Conforme Langhi (2009), estas articulações atuam em um movimento contrário à atual dispersão das suas atividades, as quais se encontram pulverizadas em seus locais e pontos quase que isolados do contexto nacional, apresentado suas divulgações apenas em âmbito regional (por exemplo, associações e clubes de Astronomia, planetários e observatórios executam suas ações de divulgação e ensino geralmente sem socializar seus resultados nacionalmente, ou deixam de promover atividades de âmbito conjunto e nacional, sem envolver as escolas e a formação de professores; ou mesmo que haja professores ativos em ações desta natureza, os resultados de suas atividades não são compartilhados).

Portanto, considerando esta problemática, o presente projeto fundamenta-se nos pilares da formação de professores, sobretudo no que a literatura denomina de modelos formativos. Especificamente neste estudo, concentramo-nos no modelo formativo dialógico-reflexivo (CONTRERAS, 2002; ZEICHNER, 1993), o que nos levou a configurar nossas ações para o estabelecimento de relações principalmente entre escolas brasileiras (além de alguns clubes de Astronomia), através de uma atividade didática realizada preferencialmente de modo simultâneo e conjunto em todo o país (e outros países), através da utilização das TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) no ensino e do intercâmbio de experiências e ideias, em torno da construção, execução e análise de um experimento semelhante ao que Eratóstenes usou há cerca de 2.300 anos (BOCZKO, 1984; LASKY, 2000; MOURÃO, 1987; ZEILIK, 2003).

A elaboração da atividade experimental deste trabalho, porém, não se embasou em roteiros fechados e inflexíveis, que não conferem oportunidades de intervenção e/ou modificação (ARAÚJO e ABIB, 2003), nem a confecção de kits prontos (GIOPPPO et al, 1998), mas levamos em conta os seguintes princípios:

- Associar as atividades experimentais a questões de ordem ambiental, social, tecnológica e científica, a fim de formar cidadãos conscientes enquanto habitantes do planeta onde vivem (DAMÁSIO e STEFFANI, 2007);
- Não maximizar a importância de memorizações de equações e conjunto de códigos de Física, alheias às suas experiências cotidianas (HECKLER et al, 2007);
- Criar oportunidades de interações entre os alunos e o professor, discutindo diferentes pontos de vista, propondo estratégias de ação, manipulando instrumentos, formulando hipóteses, prevendo resultados, confrontando previsões com resultados experimentais, e permitindo o estudo dos fenômenos (MARINELI e PACCA, 2006);
- Potencializar, através destas atividades de investigação, o engajamento e a motivação dos estudantes, permitindo a superação das deficiências de

atividades práticas tradicionais, fazendo com que os estudantes tenham um papel mais ativo e autônomo no seu processo de aprendizagem (BORGES et al, 2005);

- O computador e outras tecnologias são ferramentas auxiliares importantes no processo de ensino/aprendizagem, mas não substituem as realizações experimentais (BARBOSA et al, 2006);
- Ao preparar suas atividades práticas, o professor deve exercer uma atitude autônoma e crítica ao analisar com cuidado suas possibilidades, levando em conta o importante papel delas no ensino da Astronomia, o qual abrange, dentre outros aspectos, contemplar, conforme Langhi (2009): observações sistemáticas do céu (sem e com o uso de telescópios), estabelecendo relações com o ambiente; interdisciplinaridade; consideração das concepções alternativas dos alunos; contextualização e cotidianidade; questões sociais locais e mundiais; transposição didática adequada; inclusão social (portadores de necessidades especiais); abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente); aspectos da HFC (História e Filosofia da Ciência); utilização das TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação); uso da RPA (Resolução de Problemas Abertos); abordagem ACE (Aprendizagem centrada em eventos); divulgação e popularização da Astronomia como cultura perante a comunidade local.

Metodologia

A fim de buscar encaminhamentos para responder à questão de pesquisa, restringimos a atribuição de significados ao termo “autonomia” ao que Contreras (2002) defende. Segundo este autor, apesar de a autonomia profissional possuir diferentes significados, ele deixa claro a importância da reflexão do professor, voltada para a construção de si mesmo enquanto um intelectual crítico e transformador, sendo uma prática social. De fato, segundo Zeichner (1993), o desenvolvimento dos professores só pode ocorrer rejeitando-se a ideia individualista de reflexão, e incentivando-os a se envolver coletivamente, no sentido de se construir a autonomia, contrário a uma racionalidade técnica, normalmente presente em atividades estruturadas com roteiros fechados.

A pesquisa está sendo desenvolvida durante o processo de formação continuada de uma amostra de professores participantes do Projeto Eratóstenes desde 2010, que estão sendo submetidos a entrevistas semi-estruturadas através do uso de *Skype*. As escolas brasileiras que participaram do Projeto em 2010 pertencem aos seguintes estados: Maranhão, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. As escolas inscritas planejaram e elaboraram uma atividade experimental que permitiu aos seus alunos medirem o raio da Terra com o uso de um gnômon no instante do meio-dia solar do solstício de inverno. Como já foi mencionado, não são fornecidos roteiros fechados do tipo “receita pronta” (racionalidade técnica) para esta atividade experimental, dependendo em grande parte, da autonomia docente na execução da mesma. Duas escolas distantes de, no mínimo, 400 km entre si trocam dados de suas medidas e calculam o valor final, através do compartilhamento de dados, utilizando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), tais como a internet, e seus recursos, por exemplo.

Segundo apresentado na fundamentação acima, expressando preocupações acerca da Educação em Astronomia e visando qualificar professores com relação ao ensino deste tema, programamos encontros regionais que fizeram parte de ações mais amplas de formação continuada, quando se resgatou conceitos e momentos históricos e filosóficos da Ciência, através de atividades semelhantes às que o grego Eratóstenes usou há quase 2.300 anos atrás. Este personagem histórico (276 aC - 194 aC) atuou de modo célebre nas áreas da Matemática, Astronomia e Geografia, além de ter sido um importante funcionário da Biblioteca de Alexandria. Conseguiu determinar o raio da Terra, usando regras geométricas e matemáticas relativamente simples (BOGZKO, 1984; LASKY, 2000; MOURÃO, 1987; ZEILIK, 2003).

Quanto à sua abrangência nacional, o presente projeto de extensão (Projeto Eratóstenes Brasil) resgatou este procedimento histórico, envolvendo alunos e professores do Ensino Fundamental e Médio em atividades de socialização e motivação ao aprendizado da Ciência, através da utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Já sendo desenvolvido de maneira semelhante há alguns anos nos países vizinhos (como a Argentina, Uruguai e Chile), pretendeu-se atingir também, neste ano (2010), o território brasileiro, além de parcerias interinstitucionais, como o Observatório Didático Astronômico da UNESP/Bauru, a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e a Rede Brasileira de Astronomia (RBA), em conjunto com uma comissão organizadora internacional na Argentina, da Universidad de Buenos Aires. Assim, participaram deste trabalho, o Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Argentina), o Laboratorio Pierre Auger, da Universidad Tecnológica Nacional, Regional Mendoza (Argentina) e a Asociación Física Argentina (a origem destas atividades, segundo consta, teve lugar com o projeto *WYP Eratosthenes Project*, organizado nos Estados Unidos por ocasião do Ano Mundial da Física em 2005).

O conjunto das ações envolvidas neste trabalho, essencialmente de caráter educativo, social, cultural e científico, foi programado para ser desenvolvido durante um período de sete meses (abril a outubro de 2010), estando vinculado ao Programa Casa da Ciência da UFMS, local da coordenação brasileira do projeto. O projeto contou com o apoio da Coordenadoria de Extensão, Cultura e Desporto, da Pró-reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis (CEX/PRAE) da UFMS. A equipe coordenadora incluiu dois professores desta universidade e dez alunos de graduação de diferentes curós, além de um professor da rede pública de ensino. A equipe reunia-se semanalmente ou quinzenalmente, de acordo com a necessidade nos meses anteriores a junho de 2010. Para o atendimento dos professores brasileiros participantes do projeto criou-se um e-mail para dúvidas, sugestões, críticas, etc. Além disso, a criação de um grupo virtual mediou discussões on-line e interações entre os participantes, onde as dúvidas eram discutidas entre os próprios professores e posteriormente postados comentários. Os membros da equipe da coordenação brasileira dividiram-se em turnos para a leitura dos e-mails e dúvidas, dividindo os horários semanais entre os integrantes.

Inicialmente, preparou-se a tradução do material já existente sobre o projeto na homepage da Universidad de Buenos Aires, o qual, dentre outras informações, continha textos auxiliares e norteadores sobre a execução das atividades experimentais, sem, contudo, fornecer um roteiro rígido e fechado, a fim de favorecer a criatividade e a autonomia dos professores participantes ao se envolverem com o planejamento e a execução de experimentos semi estruturados,

conforme apresentado na fundamentação deste trabalho. Além disso, criou-se uma *homepage* para o Projeto: <http://sites.google.com/site/projetoerato>.

Para o cálculo do raio terrestre final, fez-se necessário, a formação de duplas de escolas, as quais fizeram suas medições em cada uma de suas localizações geográficas, preferencialmente, ao mesmo tempo, em datas próximas ao solstício de inverno, 21 de junho de 2010, ou exatamente nesta. Quando todas as escolas já estavam inscritas, até 10 de junho de 2010, a coordenação do Projeto formou os pares de escolas a fim de medirem simultaneamente, comunicarem-se com seus resultados, calcular um valor comum do raio terrestre, e enviar seus dados finais à coordenação. Outra opção foi a própria escola escolher seu par correspondente, através da análise das coordenadas geográficas, desde que estivessem a uma distância mínima de 400 km entre si.

As medidas deveriam se realizar exatamente no instante do meio-dia solar, que ocorreu em diferentes horários para cada localidade distinta. Nem sempre este momento coincide com o meio-dia do mostrador do relógio, mas sim quando o Sol passa pela linha do meridiano local, uma linha imaginária, ligando os pontos cardeais Sul e Norte, passando pelo ponto mais alto do céu (zênite), dividindo, assim, o céu em duas partes iguais. Este fenômeno chama-se trânsito solar e representa o exato momento em que o período claro do dia de 24 horas está pela metade. As escolas poderiam conhecer previamente o horário do meio-dia solar consultando tabelas dedicadas a este fim, tais como as efemérides do Observatório Nacional. Também poderiam determinar este horário com relativa precisão por medir as sombras de uma haste vertical em relação ao plano do solo em intervalos de tempo regulares durante alguns dias antes da data da medição.

O que se mede de forma direta é a sombra de uma haste vertical apumada em relação ao piso ou uma base nivelada. Os dados de ambas as escolas permitiram calcular a respectiva inclinação dos raios solares ao meio dia solar da data marcada, que por sua vez, resultaram no valor do raio terrestre, já que a distância entre as duas escolas era conhecida (ou a distância entre os paralelos de latitude que passam por cada uma delas, caso não estivessem alinhadas em um mesmo meridiano terrestre). Cada par de escolas discutiram suas medições e executaram os cálculos juntos, via internet, ou outro meio das TIC que julgaram mais apropriado.

Cada escola brasileira reportou à coordenação do projeto suas medições e resultados, na *homepage* <http://df.uba.ar>. Todos os resultados foram tratados estatisticamente pela coordenação argentina com o objetivo de obter um único valor representativo do raio da Terra, proveniente de todas as escolas participantes.

No entanto, este projeto foi além de alcançar um resultado único numérico, a saber, o raio da Terra. Como explicitado nos objetivos, atingimos questões educacionais, metodologias do trabalho docente, técnicas de ensino, interdisciplinaridade da Astronomia e a relevância de seus conteúdos no âmbito escolar, histórico e filosófico, num modelo formativo docente que não o tradicional (LANGHI, 2009).

Localmente, antes da data específica das medições, foram organizados encontros periódicos com os professores e alunos participantes, moradores da região onde se insere a UFMS, em Campo Grande. Tais encontros visaram a troca de experiências e informações acerca das atividades docentes relacionadas com o ensino da Astronomia e o levantamento de suas necessidades formativas sobre o

tema do projeto, bem como a produção dos procedimentos experimentais que deveriam ser executados. Encontros posteriores à data da publicação do resultado final das medições foram agendados a fim de reunir os relatos das experiências, resultados obtidos e discussões acerca do tema envolvido e suas abordagens de ensino em sala de aula, objetivando ações de formação continuada sob uma visão reflexiva (CONTRERAS, 2002; ZEICHNER, 1993).

Além da amostra local (Campo Grande, MS), envolvemos escolas do território nacional. Para a coleta de dados e a emergência dos discursos dos professores, utilizamos os procedimentos de discussões em grupo, conhecida por *grupo focal* (GIOVINAZZO, 2001), tendo como referencial de análise a vertente francesa da Análise de Discurso, divulgada por Orlandi (2002). Contatos foram mantidos com os participantes (presencialmente e por e-mail), os quais deveriam planejar e elaborar autonomamente a atividade experimental do Projeto.

Resultados preliminares

As escolas participantes deste trabalho são provenientes dos seguintes estados: Maranhão (01), Pernambuco (01), Sergipe (01), Bahia (01), Espírito Santo (01), Minas Gerais (02), São Paulo (14), Rio de Janeiro (03), Paraná (03), Rio Grande do Sul (01), Mato Grosso do Sul (04) e uma escola sem identificação de estado. Estas escolas se inscreveram no Projeto e enviaram seus dados e cálculos. Notamos uma grande diferença entre o número de escolas brasileiras inicialmente inscritas (111) e o número de escolas que efetivamente enviaram seus dados (33 escolas). No total, 460 escolas de vários países se inscreveram, e somente 226 enviaram suas medidas, ou seja, aproximadamente 49% do total de escolas inicialmente inscritas. No Brasil, cerca de 30% das escolas brasileiras que se inscreveram no Projeto enviaram seus dados. Internacionalmente, tivemos escolas que enviaram suas medidas para o Projeto dos seguintes países: Argentina (149), Brasil (33), Colômbia (02), Cuba (04), México (14), Uruguai (18) e Venezuela (06).

Uma das propostas foi o incentivo do uso das TIC ao propor que diferentes escolas, estados e até países se comunicassem para a realização da troca de informações, dados e cálculos. A utilização das TIC proporcionou também uma interação cultural que só seria possível para poucos alunos. Entretanto, através do projeto, grupos relativamente grandes puderam interagir com uma mesma finalidade e propósito, mantendo esses contatos para a realização de outras atividades oportunamente. Os valores calculados pelas escolas brasileiras participantes encontram-se na tabela 01 (os nomes das escolas foram mantidos no anonimato, preservando suas identidades). O raio da Terra encontrado em 2010 foi: $R = (6.375 \pm 25)$ Km (participantes de todos os países do Projeto).

Tabela 01: Parcerias de escolas brasileiras participantes e suas medidas

Escolas parceiras	Países	Raio
Parceria 01	Brasil / Uruguai	6695.04 \pm 0 km
Parceria 02	Brasil / Uruguai	6675.1 \pm 271.74 km
Parceria 03	Brasil / Argentina	5766.24 \pm 22.25 km
Parceria 04	Brasil / Argentina	6832.33 \pm 0 km
Parceria 05	Brasil / Argentina	6433.92 \pm 70.33 km
Parceria 06	Brasil / Argentina	6245.79 \pm 0 km
Parceria 07	Brasil / Argentina	6803.51 \pm 21.88 km
Parceria 08	Brasil / Argentina	5927.54 \pm 0 km
Parceria 09	Brasil / Argentina	5648.41 \pm 0 km
Parceria 10	Brasil / Argentina	6218.65 \pm 38.95 km

Parceria 11	Brasil / Argentina	4002.31 ± 0 km
Parceria 12	Brasil / Argentina	6468.09 ± 0 km
Parceria 13	Brasil / Argentina	8812.21 ± 3063.62 km
Parceria 14	Brasil / Argentina	6195.78 ± 193.99 km
Parceria 15	Brasil / Argentina	5498.77 ± 7.7 km
Parceria 16	Brasil / Argentina	6783.12 ± 0 km
Parceria 17	Brasil / Brasil	6829.41 ± 77.73 km
Parceria 18	Brasil / Argentina	5997.01 ± 0 km
Parceria 19	Brasil / Argentina	6165.97 ± 367.1 km
Parceria 20	Brasil / Argentina	7169.47 ± 375.85 km
Parceria 21	Brasil / Argentina	6014.78 ± 7.88 km
Parceria 22	Brasil / Argentina	5971.56 ± 0 km
Parceria 23	Brasil / Argentina	7039.18 ± 46.85 km
Parceria 24	Brasil / Argentina	6335.65 ± 7.7 km
Parceria 25	Brasil / Argentina	6354.03 ± 7.64 km
Parceria 26	Brasil / Argentina	6075.47 ± 9586.4 km
Parceria 27	Brasil / Argentina	5919.79 ± 0 km
Parceria 28	Brasil / Argentina	6138.18 ± 3499.88 km
Parceria 29	Brasil / Argentina	6297.56 ± 143.16 km
Parceria 30	Brasil / Argentina	6105.26 ± 1951.47 km
Parceria 31	Brasil / Argentina	6086.93 ± 81.36 km
Parceria 32	Brasil / Brasil	6829.41 ± 77.73 km
Parceria 33	Brasil / Argentina	6685.09 ± 76.44 km

O fato de não haver roteiros fechados e rígidos proporcionou a autonomia, a liberdade e o incentivo à criatividade dos professores e alunos participantes para o planejamento de seus roteiros particulares, conforme os princípios comentados na fundamentação deste artigo (CONTRERAS, 2002; ZEICHNER, 1993). Cada escola foi responsável pela decisão de qual material e métodos utilizar, seguindo alguns parâmetros propostos pela comissão coordenadora do projeto. Em uma primeira análise, parece-nos que algumas escolas não levaram em consideração algumas destas orientações para a elaboração de seu roteiro. Analisando as imagens e fotos enviadas por várias escolas, observamos que as atividades de algumas escolas não consideraram a ocorrência de erros de medições em cada método e material escolhido, e que havia a propagação dos mesmos durante os cálculos, gerando resultados relativamente diferentes dos esperados. Talvez as falhas de formação de alguns desses docentes, associadas aos problemas comentados na fundamentação deste trabalho, além da omissão de leitura do material orientador disponível na homepage do projeto, podem ter contribuído para alguns destes resultados.

Por outro lado, notamos certos professores participantes do projeto com notável interesse, dedicando-se para que o mesmo fosse realizado de maneira significativa para o aprendizado dos alunos. Alguns professores socializaram interessantes ideias e se mostraram prestativos em ajudar os que estavam com mais dificuldades.

A análise dos excertos dos discursos da amostra (obtidos até o momento) por grupo focal com uma amostra presencial e pelos contatos por e-mail com os professores de escolas distantes, levou-nos a elencar os seguintes elementos que contribuíram para a construção de sua autonomia docente, segundo os níveis apresentados por Contreras (2002), ao elaborar e aplicar, coletivamente e reflexivamente, as atividades experimentais para o ensino de Astronomia: observações sistemáticas do céu e dos movimentos aparentes dos astros (neste caso, o Sol); aproveitamento do potencial interdisciplinar da Astronomia;

consideração contínua das concepções alternativas dos alunos durante a execução da atividade; abordagem de aspectos da História e Filosofia da Ciência; utilização das TIC no ensino e em atividades didático-pedagógicas, mediante o contato direto entre escolas distantes entre si, de mesma língua ou não; envolvimento de professores, alunos e escolas do Brasil e de outros países em atividades didáticas colaborativas sob um contexto comum histórico-filosófico (neste caso, Eratóstenes); socialização de resultados entre comunidades escolares distintas e distantes entre si, através da utilização das TIC; atuação articulada entre a comunidade escolar e a universidade. É importante considerar que permanece a continuidade da análise dos dados em 2011, acrescentando-se a nova edição do Projeto Eratóstenes.

Considerações finais

Os resultados apontaram para a necessidade de uma formação continuada a ser trabalhada de modo a ter um acompanhamento mais íntimo, ao longo de todo o processo. Acreditamos que a interação dos professores em atividades desta natureza pode motivar outros profissionais a perceberem a importância da Educação em Astronomia, como bem documentado na literatura da área.

Considerando a problemática acima apontada, o presente estudo envolveu o estabelecimento de relações principalmente entre escolas brasileiras, através de uma atividade didática realizada de modo simultâneo e conjunto em todo o país (e outros países), através da utilização das TIC no ensino e do intercâmbio de experiências e ideias, sob o modelo formativo dialógico-reflexivo de construção coletiva da autonomia docente, em torno da elaboração, execução e análise de um experimento semelhante ao que Eratóstenes usou há cerca de 2.300 anos, num resgate histórico-filosófico da Ciência. Portanto, os elementos contribuintes para a construção da autonomia docente em atividades experimentais para o ensino de Astronomia, encontrados nos resultados desta pesquisa, contribuem para o crescente debate sobre o papel da Astronomia introdutória nas instituições formadoras de professores, a fim de aproximar esta ciência do ensino formal escolar enquanto tema (não simplesmente um conjunto de conteúdos), numa tentativa de aprimorar a formação dos professores e dos estudantes.

Referências

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, no. 2, p.176-194. Junho, 2003.
- BARBOSA, A. C. C.; CARVALHAES, C. G. e COSTA, M. V. T. A computação numérica como ferramenta para o professor de Física do Ensino Médio. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 2, p. 249 - 254, 2006.
- BARROS S. G. La Astronomía en textos escolares de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v.15, n.2, p.225-232, 1997.
- BOCZKO, R. *Conceitos de astronomia*. São Paulo: Blucher, 1984.
- BORGES, A. T.; BORGES, O. e VAZ, A. Os planos dos estudantes para resolver problemas práticos. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 27, n. 3, p. 435 - 446, 2005.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais*. Brasília. MEC/SEMTEC. 1997.

- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais*. Brasília. MEC/SEMTEC. 1998.
- BRETONES, P. S. *Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil*. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, UNICAMP, 1999.
- CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las Ciencias*, v.13, n.1, p.81-96, 1995.
- CANALLE, J. B. G. et al. Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.14, n.3, p.254-263, 1997.
- CONTRERAS, J. *A autonomia de professores*. São Paulo: Cortez, 2002.
- DAMÁSIO, F. e STEFFANI, M. H. Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 593-597, 2007.
- GIOPPO, C.; SCHEFFER, E. W. O.; NEVES, M. C. D. O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. *Educar em Revista*, n. 14, p.39-57, 1998.
- HECKLER, V., SARAIVA, M. F. O. e FILHO, K. S. O. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.
- LANGHI, R. *Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.
- LANGHI, R. Um levantamento bibliográfico das idéias de senso comum de alunos e professores sobre fenômenos astronômicos. In: IAG/USP. *Projeto Observatórios Virtuais*. São Paulo: 2005. CD-ROM.
- 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, UNESP, Bauru, 2009.
- LANGHI, R. e NARDI, R. Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: interpretação das expectativas e dificuldades presentes em discursos de professores. In: *Revista de Enseñanza de la Física*, v.20, p.17 - 32, 2007a.
- LANGHI, R. e NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. In: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n.1, p.87-111, abr. 2007.
- LASKY, K. *O Bibliotecário que Mediu a Terra*. Rio de Janeiro: Salamandra, 2000.
- MALUF, V. J. *A Terra no espaço: a desconstrução do objeto real na construção do objeto científico*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Educação, Univ. Fed. de Mato Grosso, 2000.
- MARINELI, F. e PACCA, J. L. A. Uma interpretação para dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de Física. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 4, p. 497-505, 2006.

MOURÃO, R. R. F. *Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.

NARDI, R. *Um estudo psicogenético das idéias que evoluem para a noção de campo – subsídios para a construção do ensino desse conceito*. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1989.

ORLANDI, E. P. *Análise de discurso – princípios e procedimentos*. 4º ed. São Paulo: Pontes, 2002.

PRETTO, N. L. *A ciência dos livros didáticos*. Campinas: Unicamp, 1985.

TIGNANELLI, H. L. Sobre o ensino da astronomia no ensino fundamental. In: WEISSMANN, H. (org.). *Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

TREVISAN, R. H. et al. Assessoria na avaliação do conteúdo de Astronomia dos livros de ciências do primeiro grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.14, n.1, p.7-16, 1997.

ZEICHNER, K. *A formação reflexiva de professores: idéias e práticas*. Lisboa: EDUCA, 1993.

ZEILIK, M. *Astronomy: the evolving universe*. 9 ed. USA: Cambridge University Press, 2003.