

A PRÁTICA DE PESQUISA DE UM PROFESSOR DO ENSINO FUNDAMENTAL ENVOLVENDO MODELOS MENTAIS DE FASES DA LUA E ECLIPSES

*Glória Pessôa Queiroz*¹
*Carlos Jubitipan Borges de Sousa*²
*Maria Auxiliadora Delgado Machado*³

Resumo: A inclusão do professor da escola básica no universo da pesquisa é questão controversa e em pleno debate no meio acadêmico. A oportunidade de trabalho coletivo que incorporou professores de uma escola municipal no Rio de Janeiro a um grupo de ensino de Física da universidade nos possibilitou vislumbrar a resignificação da função de um professor de Ciências (co-autor deste trabalho) por ele próprio, agora passando a incluir a pesquisa sobre a construção de conhecimento pelos alunos em sua prática como docente. A formação de grupos interinstitucionais para o planejamento de ações e de pesquisas tem-se mostrado produtiva para um trabalho de construção de conhecimentos a fim de subsidiar processos educativos na escola, ao mesmo tempo em que a universidade enriquece seu acervo de experiências validadas criticamente, podendo considerar seus resultados na formação inicial e continuada de professores. A participação ativa do professor num grupo de pesquisa na universidade o levou à reflexão sobre caminhos didáticos possíveis de serem descritos, analisados e comunicados a outros professores. A construção de uma pedagogia própria, levando em conta os modelos mentais dos alunos sobre temas básicos de Astronomia, e as mudanças promovidas a partir das aulas dadas, trouxeram amplas conseqüências sobre a pedagogia adotada pelo professor. Hoje a prática desse professor incorpora uma nova visão de ciência e formas alternativas de dialogar com os alunos, elementos indispensáveis a um pesquisador em Educação em Ciências.

Palavras-chave: Professor pesquisador. Projetos político-pedagógicos. Parceria universidade-escola básica. Modelos mentais.

LA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN DE UN MAESTRO DE EDUCACIÓN BÁSICA CON EL USO DE LOS MODELOS MENTALES DE LAS FASES DE LA LUNA Y ECLIPSES

Resumen: La inclusión de los maestros de la escuela básica en el universo de la investigación es polémica y está en amplio debate en el mundo académico. La oportunidad de trabajo colectivo de los maestros de una escuela pública en Río de Janeiro con un grupo universitario de enseñanza de la física nos ha permitido vislumbrar la redefinición de la función de un maestro de ciencias (uno de los coautores de este documento) por él mismo, ahora para incluir la investigación sobre la construcción del conocimiento por los alumnos en su práctica como docente. La formación de grupos interinstitucionales para la planificación de la acción y la investigación ha resultado productiva para el trabajo de construcción de conocimiento de apoyo a los procesos educativos en la escuela, mientras que la universidad enriquece su colección de experiencias validadas, considerando los resultados de la educación inicial y continua de maestros. La participación activa del maestro en un grupo de investigación en la universidad lo llevó a reflexiones sobre los posibles caminos didáticos que pueden ser descritos, analizados y comunicados a los demás docentes. La construcción de una pedagogía propia, que tuvo en cuenta los modelos mentales de los estudiantes sobre los temas básicos de astronomía, y los cambios desarrollados a partir de las lecciones que enseñó, trajeron consecuencias de largo alcance sobre la pedagogía adoptada por el maestro, que ahora incorpora una nueva visión de la ciencia y formas

¹ Instituto de Física Armando Dias Tavares – UERJ e Programa de Pós-graduação em Educação – UFF, Rua Rocha Miranda, 865, 20530-450, Rio de Janeiro - RJ. email: <gloria@uerj.br>

² Escola Municipal Paraguai, SME, Praça Lautário, 10, Rio de Janeiro - RJ. email: <carlos.jubitipan@gmail.com>

³ Programa de Pós-graduação em Educação – UFF, Rua dos Araújo, 109, casa 101, 20521-000, Rio de Janeiro – RJ. email: <dora.dm@gmail.com>

alternativas al diálogo con los estudiantes, los componentes esenciales para un investigador en Educación en Ciencias.

Palabras clave: Maestro investigador. Política educacional. Proyectos universidad-escuela básica. Modelos mentales.

THE PRACTICE OF RESEARCH OF A BASIC EDUCATION TEACHER INVOLVING MENTAL MODELS OF THE PHASES OF THE MOON AND ECLIPSES

Abstract: The inclusion of basic education teachers in the survey domain is a controversial issue and fully debated in the academy. The opportunity for a collective work that incorporated school teachers from a public school to a university's group of physics teaching at university allowed us to glimpse the redefinition of the function of a science teacher (a coauthor of this paper) by himself, such that now he includes research on the knowledge construction by students in his teacher practice. The formation of inter-institutional groups for action planning and research in these areas has proved productive for the task of knowledge construction to support educational processes in school, while the university enriches its collection of experiences critically validated, and can consider the results in teachers initial and continued education. The active participation of the teacher in a research group at the university led him to reflect on the possible didactical ways to be described, analyzed and communicated to other teachers. The construction of a pedagogy that took into account the mental models of students on the basic topics of astronomy, and the changes developed resulting from the lessons taught, led to far-reaching consequences on the pedagogy adopted by the teacher, who incorporates now a new vision of science and alternative forms to dialogue with students, essential components for a researcher in Science Education.

Keywords: Teacher as a researcher. Educational policy projects. University-basic school partnership. Mental models..

1. Introdução

A inclusão do professor da escola básica no universo da pesquisa é questão controvertida e em pleno debate no meio acadêmico. A formação de grupos para o planejamento de ações e de pesquisas nesses espaços tem-se mostrado produtiva para um trabalho de construção de conhecimentos a fim de subsidiar processos educativos na escola passíveis de acompanhamento por pesquisas de cunho acadêmico (QUEIROZ *et al.*, 2007, 2008 e 2009; QUEIROZ E MACHADO, 2008; VASCONCELLOS, 2008).

No que se refere à participação efetiva dos docentes das escolas, esses tem se firmado como agentes norteadores de processos de contextualização pedagógica relacionada a pesquisas referenciadas na área de Educação em Ciências. Apesar das dificuldades enfrentadas, encontramos entusiasmo com a educação e demanda por orientações de natureza teórica e instrumental, o que nos tem colocado em oportunidades de formação continuada de professores interessados em conhecer, adotar ou mesmo aprimorar projetos na área de ciências que vão além dos conteúdos específicos das disciplinas das ciências da natureza.

No entanto, entre os resultados das últimas pesquisas realizadas (QUEIROZ E MACHADO, 2009), destacamos algumas dificuldades em nossa interação com professores em serviço nas escolas, tornando-se explícita a crise pela qual passa o sistema educacional. Como reflexo, os professores tendem a se sentirem injustiçados e encontram algumas vezes no sentimento de desvalorização social, que revolta a alguns e deprime a outros, justificativas para o não envolvimento em atividades de pesquisa que demandem mais tempo e esforços e que podem colaborar no sentido de transformar as atitudes, suas e dos alunos.

Com a proposta de realização de um projeto pedagógico em conjunto com a universidade, levada a uma escola municipal, no âmbito de um programa de apoio ao ensino de ciências, alguns professores se identificaram com a possibilidade de participação, pois havia algum tempo que já procuravam introduzir novas práticas. Tais professores, no entanto, acreditavam que o desenvolvimento de tarefas que extrapolassem a simples metodologia de transmissão dos conteúdos tradicionais, possibilitado pelas idéias levadas pelo projeto, refletiria automaticamente em mudanças atitudinais dos alunos, tanto do ponto de vista individual quanto do coletivo da escola. Assim, esses professores se voltaram para a prática de construção de novos conhecimentos pedagógicos de conteúdos - CPC (SHULMAN, 1986 e 1987) que incluíam novas metodologias e modelos pedagógicos experimentais sem, entretanto, adotarem uma atitude de pesquisar e avaliar a própria prática, não chegando a analisar, por exemplo, as interações vivenciadas com seus alunos decorrentes das novidades introduzidas (LEMKE, 1997; MORTIMER E SCOTT, 2002).

O presente artigo descreve a participação do professor no grupo de pesquisa na universidade, do qual fazem parte os dois outros autores, e os caminhos didáticos por ele adotados, aqui descritos e analisados. A construção de uma pedagogia própria que levou em conta os modelos mentais de seus alunos sobre temas básicos de Astronomia, e as mudanças promovidas a partir das aulas dadas, trouxe amplas conseqüências sobre sua ação docente. Hoje a prática desse professor incorpora uma nova visão de ciência e formas alternativas de dialogar com os alunos, elementos indispensáveis a um pesquisador em Educação em Ciências.

A presente pesquisa relata o resultado de uma série de encontros entre formadores e licenciandos da universidade e um professor de Ciências de uma escola municipal, co-autor deste trabalho, englobando dificuldades, problemas e avanços vivenciados na ação docente junto a seus 30 alunos de 9º ano do ensino fundamental. O planejamento e desenvolvimento de um conjunto de aulas foram transformados por ele em um projeto de pesquisa para a obtenção de uma bolsa junto à instituição de fomento de pesquisa de nosso estado. Acompanhamos nos últimos meses o trabalho desse professor, identificando sua efetiva aproximação ao universo da investigação educacional acadêmica.

Neste trabalho mostramos como o conhecimento da teoria dos modelos mentais e a sua utilização na compreensão do processo vivenciado nas aulas marcou a construção de um saber docente capaz de envolver os alunos na aprendizagem de um tema novo para eles: fases e eclipses da Lua.

2. Referencial Teórico

As investigações sobre a formação docente (TARDIF, 2002; SHULMAN, 1987) têm revelado a importância dos saberes docentes como elementos essenciais aos alicerces da docência como profissão, constituindo recursos necessários a serem mobilizados no agir competente do professor. Assim, compreende-se a importância de trazer à tona os processos de sua construção para o exercício do magistério.

O início das pesquisas sobre saber docente, sobretudo, aqueles intrínsecos aos saberes dos professores em ação, se confunde com o do movimento de profissionalização do ensino e da formação de professores, potencializado, particularmente, no final da década de 1980, nos Estados Unidos e Canadá, pela reforma da formação inicial dos professores da Educação Básica proposta nestes países. Tal

movimento impulsionou pesquisas não só em outros países anglo-saxões, como Austrália e Inglaterra, bem como no restante da Europa e em países latino-americanos, caracterizando um movimento mundial. Tais reformas tinham por objetivo a revisão da condição profissional para os educadores e apoiavam-se na premissa de que existe uma base de conhecimento – *Knowledge Base* – para o ensino, sendo ela definida como “o corpo de compreensões, conhecimentos, habilidades e disposições de que um professor necessita para atuar efetivamente numa dada situação de ensino”, (SHULMAN, 1986, p. 13).

A pesquisa em Educação em Ciências, área da pesquisa educacional voltada para o ensino-aprendizagem das disciplinas das ciências da natureza, tem ao longo das últimas décadas trazido vasta contribuição para o conhecimento pedagógico do conteúdo - CPC, um amálgama entre conteúdo e pedagogia, constituindo uma dimensão fundamental do conhecimento de base do professor dessas disciplinas. Nesse sentido, é muito valorizado na área o trabalho docente que considera as concepções alternativas (CARRASCOSA, 2005), pensamentos que divergem do que é aceito pela Ciência ensinada atualmente, podendo ser muito parecidas com as de alguma época histórica e que foram substituídos devido a uma série de motivos. Entre as razões para mudanças estão novas perguntas feitas pelos cientistas quando diante de novos contextos sociais e econômicos, ou anomalias às teorias existentes, com o surgimento de melhores idéias que resolveram problemas empíricos ou conceituais.

Algumas concepções alternativas (ANTONIOLI, 2009) estão relacionadas a modelos mentais, definidos como modelos pessoais, construídos pelos indivíduos e que podem se expressar através da ação, da fala, da escrita ou do desenho. “Modelos são representações de objetos, processos ou eventos que capturam estrutura, comportamento e relações funcionais significantes para compreender essas interações” (NERSSESIAN, 2007). Tais modelos são análogos estruturais do mundo, sendo construídos ao longo da vida. Isso faz com que as concepções alternativas a eles relacionadas sejam muito difíceis de mudar.

Pozo e Gomez Perez (1998) indicam que a busca pedagógica por mudanças ou desenvolvimentos conceituais procure levar os alunos a estabelecerem uma integração hierárquica dos conteúdos alternativos, representados pelos modelos mentais iniciais dos alunos, com os científicos ensinados na escola, próximos aos modelos consensuais, conceituais de grupos elaboradores de currículos ou de tradições de pesquisa científica. A modelagem qualitativa dos fenômenos tem sido adotada na área de educação em ciências como objetivo educacional, enfatizando-se a promoção nos alunos da competência em construir e modificar modelos mentais como base para a explicação de fenômenos de natureza científica (KRAPAS *et al.*, 1997).

Tais processos didáticos de integração, teórico-práticos e de metacognição, propiciam a interpretação pelos alunos de suas antigas concepções e modelos mentais à luz das novas idéias ensinadas, que incluem os modelos consensuais ensinados, sob o risco dos alunos permanecerem adeptos de concepções e modelos de senso comum.

A reflexão sobre as diferentes formas de produção de conhecimento científico, presente nos espaços de formação e de pesquisa acadêmica, tem-se mostrado tema muito frutífero para reflexões dos professores sobre as formas de lidar com os alunos, ampliando momentos de diálogo entre modelos dos alunos e modelos consensuais na ciência e a avaliarem seus alunos por diferentes formas de expressão do conhecimento construído durante os projetos escolares. Para Nerssessian (2007), é evidente a diferença entre as práticas usadas pelos cientistas na construção de novos conceitos e nas dos

estudantes aprendendo novos conceitos. Para a autora, se por um lado cientistas articulam aplicações teóricas e sofisticadas estratégias metacognitivas repensando todo o processo experienciado, pode-se estabelecer um paralelo entre as mudanças conceituais nos dois casos: a solução de problemas.

O reconhecimento do trabalho científico como produtor de modelos temporários que resolvem de forma aceitável problemas em determinados contextos, construídos a partir de um longo diálogo teórico-empírico entre diferentes modelos para a realidade, tem-se mostrado efetivo nas mudanças dos propósitos pedagógicos de professores que se envolvem em processos construtivistas de conhecimento junto a seus alunos. Nesse processo ocorre o afastamento das formas reprodutivas de transmissão de conhecimentos fechados, comuns aos professores que acreditam que modelos da Ciência são idênticos à realidade.

No que se refere especificamente ao ensino de Astronomia, Bretones (2006) investigou os movimentos de ações e concepções de participantes de um curso de Introdução à Astronomia para professores, focado no tema da observação do céu, à luz da racionalidade prática, do referencial do professor reflexivo e de modelos de tutoria. Nele, ao procurarem entender o mecanismo da formação de certos acontecimentos como eclipses, marés, estações do ano, dia e noite, fases da Lua, a importância de possuir modelos foi destacada pelos participantes e a utilização de modelos pedagógicos tridimensionais – maquetes - foi propiciada durante as aulas.

Ainda para Nersessian, 2007:

“O ímpeto para um processo de solução de problemas pode surgir de muitas fontes: adquirindo nova informação, encontrando um fenômeno desafiador, ou percebendo uma inadequação nas formas correntes de compreensão (p. 2)”

3. Metodologia

Nos encontros realizados no primeiro semestre de 2009, no âmbito do grupo de pesquisa em ensino de Física da universidade, o professor participou de discussões teóricas da área de ensino de ciências, apresentou seminários e relatou ações desenvolvidas na escola. Durante os encontros, licenciandos e formadores faziam anotações por escrito das idéias dos participantes dos encontros realizados e as aulas do professor foram vídeo-gravadas e fotografadas por ele próprio.

A chegada do professor ao grupo de pesquisa foi acompanhada de uma questão no sentido de responder a sua inquietação que, desde o ano anterior, era: *Que atividades podem ser planejadas numa prática docente de modo que os alunos passem de receptores passivos de informações a elementos ativos no processo de aprendizagem?*

Para acompanhar momentos de ação-reflexão-ação desse professor parceiro durante suas investidas na pesquisa e na ação, ele próprio registrou em vídeo suas aulas, apresentando durante os encontros iniciais na universidade sínteses dos principais diálogos ocorridos na escola ao levar em conta a teoria dos modelos mentais em suas aulas, focando no processo de modelagem por ele promovido. Durante os momentos de reflexão nos encontros seguintes, o professor declarou que suas novas atitudes de ensino, apoiadas na teoria dos modelos mentais, estavam transformando suas interações discursivas na sala de aula, pois, ao abrir maior espaço para os alunos expressarem suas idéias, registrou participação efetiva e interessada da grande maioria dos alunos.

A pedido do grupo de formadores-pesquisadores da universidade, o professor, co-autor desse trabalho, fez ainda, por escrito, uma reflexão sobre sua participação no grupo de pesquisa.

4. O caminho do professor

Para responder a questão que o trouxe à pesquisa, o professor de Ciências elaborou para o ano de 2009 um projeto de Ensino de Astronomia, e o expôs aos colegas da escola no último encontro de 2008, convidando-os a participar. Na falta de adesão explícita de algum colega, ele mesmo deu início em 2009 a aulas de Astronomia básica, elaborando com os alunos maquetes do Sistema Solar.

Durante esse período inicial, a coordenação do grupo na universidade solicitou ao professor que elaborasse o seu projeto de pesquisa, partindo dele próprio a idéia de usar experimentos, porém com uma visão empirista-positivista: *“o melhor é criar situações (experimentos dando ênfase ao processo de medição e registro de dados que serão posteriormente analisados), onde o aluno buscaria nessas vivências anteriores elementos necessários que lhe permitissem formular conceitos”* (Professor de Ciências). Nesse momento, apesar dele relacionar currículo a experiências vivenciadas, mostrando-se atento a concepções educacionais atuais, ficou a dúvida de como ele imaginava que a criança pudesse aprender ciência, parecendo que apenas o trabalho com material concreto pudesse levá-la ao processo de formação de conceitos. Percebia-se no projeto inicial do Professor de Ciências não haver diferença entre plano de aula e planejamento de uma pesquisa sobre sua ação docente.

Mais adiante, mantendo seu apreço pelo trabalho com experimentos e maquetes, o professor encontrou sintonia com a teoria dos modelos mentais. Entre os artigos e livros lidos e discutidos nos encontros, entre eles Ibiapina, 2008 e Krapas *et al.*, 1997, se aprofundou no último, no qual as autoras apresentam uma revisão bibliográfica sobre o tema, mostrando diferenças encontradas entre modelos mentais, modelos consensuais e modelos pedagógicos⁴. A partir daí, por iniciativa própria reuniu e estudou outros autores, como Moreira (1996), Borges (1997), e Vosniadou (1994).

Em seus estudos aprofundou sua compreensão sobre modelos mentais, enraizando a idéia de Johnson-Laird (apud MOREIRA, 1996) de que as pessoas raciocinam com modelos mentais, sendo eles como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinaados conforme necessário. Compreendeu que, como quaisquer outros modelos, eles representam o objeto ou uma situação em si, sendo a captura da essência dessa situação ou objeto (se parece analogicamente) uma das características mais importantes da estrutura dos modelos mentais. Por serem construídos pelo próprio indivíduo, os modelos mentais, em sua essência, não são precisos, são falhos, sendo responsáveis por muitas concepções alternativas à ciência, como, por exemplo, as que surgem trazendo dificuldade em dissertar sobre questões que envolvem a flutuação positiva, neutra ou negativa dos corpos ou a trajetória da bala de um canhão.

O professor concordou ainda com outros autores, como Borges (1997), para quem:

⁴ Modelo mental: pessoal, construído pelo indivíduo e que pode se expressar através da ação, da fala, da escrita, do desenho; Modelo consensual: formalizado rigorosamente, compartilhado por grupos sociais; Modelo pedagógico: construído com o propósito de promover a educação.

“a habilidade de um indivíduo em explicar e prever eventos e fenômenos que acontecem a sua volta evolui à medida que ele adquire modelos mentais mais sofisticados dos domínios envolvidos. Tais modelos evoluem com o desenvolvimento psicológico e com a instrução, num processo conhecido como mudança conceitual. (BORGES 1997, p.8).

Ao apresentar seu projeto de pesquisa junto a seus alunos de uma turma de 9º ano, o professor indicou o contexto em que isso ocorreu:

“Este trabalho se insere no Programa de Apoio ao Ensino de Ciências e Matemática das escolas públicas do Rio de Janeiro (Programa da FAPERJ), tendo sido realizado em interface com o projeto da escola em que atuo. Como o projeto político pedagógico da escola municipal para o ano de 2009 está baseado no ano internacional de Astronomia, meu trabalho procurou investigar sobre a possível existência de modelos mentais relativos aos fenômenos relacionados aos movimentos do sistema Terra-Lua, levando à formação das fases da Lua e dos eclipses. Analisa-se também como a intervenção do professor pode atuar nos modelos mentais dos alunos para redirecioná-los até se chegar a modelos consensuais”.

A análise detalhada da estrutura, comportamento e mecanismo de funcionamento dos modelos mentais de seus alunos não estava prevista pelo projeto de pesquisa, mas sim usar esse referencial teórico para demonstrar que é possível, a partir do seu levantamento, efetuar uma mudança conceitual ou um desenvolvimento em direção aos conceitos e modelos capazes de responderem a questões colocadas como situações-problema para os estudantes.

Para se efetivar a pesquisa, o professor trabalhou com uma turma de 9º ano, pedindo aos alunos que fizessem representações com material concreto, placas e bolas de isopor, cartolina e tinta, construindo maquetes que representassem o movimento da Lua ao redor da Terra e desta em torno do Sol. As questões colocadas sobre o porquê das fases e do eclipse da Lua e do eclipse do Sol precisariam ser respondidas diante das maquetes tri-dimensionais construídas pelos alunos.

Sabendo que os alunos conheciam em linhas gerais que a Lua gira em torno da Terra e que a Terra, com a Lua ao seu redor, gira em torno do Sol, o professor tomou como ponto de partida esses elementos estruturais e comportamentais do modelo mental inicial dos alunos sobre os fenômenos a serem estudados. Planejou então suas aulas de modo a levantar o comportamento mais complexo que relaciona os planos das órbitas da Terra em torno do Sol com o da Lua em torno da Terra, entregando a cinco grupos, de seis alunos cada, uma placa de isopor representando o primeiro e quatro placas menores para representar a órbita da Lua em quatro posições diferentes, diametralmente opostas.

Ao dar início à unidade de Ensino sobre fases da Lua e eclipses, foi perguntado à turma por que a Lua aparece no céu com formas diferentes?

As respostas dos alunos foram:

Aluno 1: *a Lua cheia ocorre quando ela está toda iluminada pelo Sol.*

Não se pode afirmar com certeza se o aluno pretendeu mencionar que apenas a parte da Lua que está voltada para o Sol é a que está *“toda iluminada pelo Sol”* ou se em seu modelo mental apenas meia esfera está iluminada.

Aluno 2: *crescente é quando apenas uma parte da Lua aparece iluminada pelo Sol e a outra parte é tampada pela Terra.*

O aluno aqui explicitou uma concepção alternativa ao supor que a parte da Lua não iluminada fosse consequência da sombra da Terra, confundindo fase lunar com eclipse.

Aluno 3: *a Lua minguante ocorre quando apenas uma parte está iluminada pelo Sol.*

Faltou ao aluno acrescentar que esta parte iluminada era a que estava voltada para o Sol.

Aluno 4 : *nova é quando a Lua não está iluminada pelo Sol.*

O aluno aqui explicitou uma concepção alternativa ao não se dar conta que não é toda a Lua que não está iluminada, mas somente a parte voltada para a Terra.

As primeiras maquetes foram construídas e a partir delas o professor deu início ao processo de modelagem qualitativa dos fenômenos de fases da Lua e eclipses. Procurou levar os alunos a confrontarem suas concepções com o que era possível deduzir a partir das maquetes construídas e modificadas por eles diante das intervenções do professor e das sugestões dos participantes das discussões surgidas nas aulas.

As aulas descritas e analisadas a seguir obedeceram ao Cronograma de atividades seguinte:

1ª Semana: dias 03/06/2009 e 04/06/2009 - Tempo de duração: 150 minutos. Primeira montagem, maquete 1, Figura 1.

A turma foi dividida em cinco grupos, cada grupo devendo representar os fenômenos das fases da Lua e os eclipses por meio de um modelo tridimensional. Foram cortadas placas de isopor, na forma retangular e cartolina para simular os planos orbitais da Lua em diferentes posições, colados ao isopor, sendo usadas bolas de isopor para representar a Terra, Lua e o Sol

Todos os grupos fizeram maquetes similares ao modelo da Figura 1, representando a Terra em quatro posições em torno do Sol e a Lua em duas posições para cada posição da Terra. Foi proposto pelo professor e efetuado um debate sobre o que era possível ser observado.

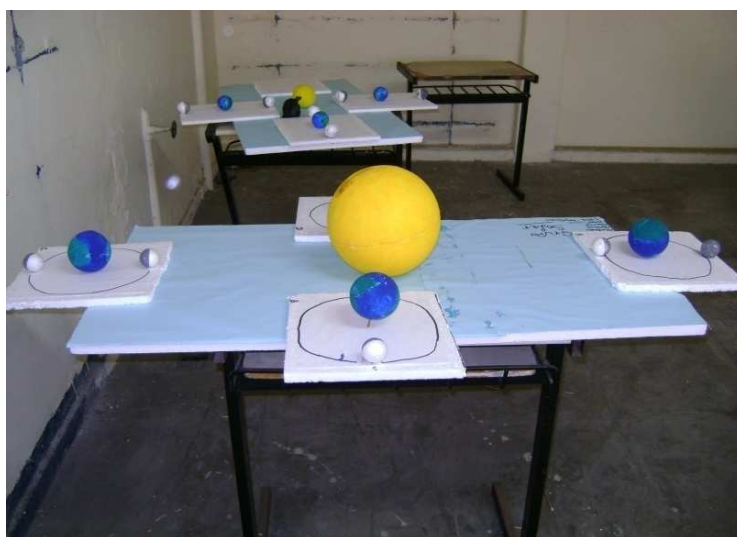


Figura 1: Primeira maquete de um grupo da turma, análoga a dos demais grupos

Diante desta configuração, os alunos só puderam explicar as fases de quarto minguante e crescente, nas ocasiões em que a Lua se posicionava num eixo da órbita da

Lua em torno da Terra perpendicular ao alinhamento da Terra com o Sol, mas surgia o problema de se caracterizar as Luas nova e cheia, pois nestas posições o lugar da Lua coincidia com situações de eclipses, ora do Sol, ora da Lua.

Perguntou-se então aos alunos se haveria dois eclipses por mês, um solar e outro lunar? Os alunos apenas disseram que não, sem apresentarem nenhuma justificativa. Uma aluna declarou nunca ter visto um eclipse, o que tornou claro o papel do trabalho do professor: usar questões geradoras de modelos mentais mais complexos do que os que os alunos possuíam, para serem respondidas com o apoio e demonstrações em modelos pedagógicos *stricto sensu*.

2ª Semana: dias 17/06/2009 e 18/06/2009 - Tempo de duração: 150 minutos - Montagem dos modelos seguintes, maquete 2, Figura 2.

Foi reiniciado o debate sobre a questão das fases da Lua e dos eclipses, o que levou os alunos a modificarem a configuração inicial. Uma vez que já tinha sido trabalhado o conceito da propagação da luz em linha reta, formando diante de um corpo opaco uma região de sombra, perguntou-se como retirar a Lua dessa região no caso do alinhamento Sol, Terra, Lua que caracteriza o eclipse lunar? Mais adiante, perguntou-se como fazer deixar de existir um ponto de sombra na Terra quando do alinhamento Sol, Lua, Terra, com referência ao eclipse solar?

A seguir foi pedido que novos arranjos fossem tentados para resolver o problema. Surgiu então uma proposta de um aluno de levantar o plano que continha a Terra e a Lua presas a ele, com “a finalidade de a luz bater na Lua” (aluno autor da proposta).

Coube ao professor recolocar para toda a turma a sugestão do aluno de se efetuar uma inclinação no plano da órbita lunar onde estavam presentes a Terra e a Lua para que houvesse a incidência direta dos raios luminosos oriundos do Sol na superfície lunar, iluminando-a. Novas maquetes foram construídas, todas idênticas à mostrada na Figura 2.

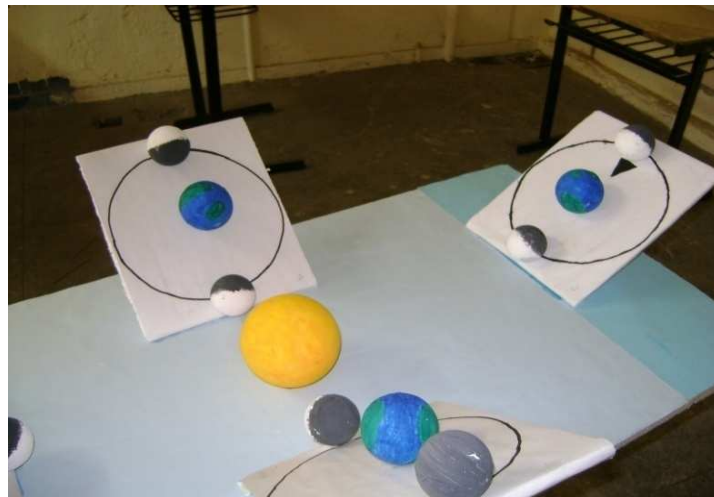


Figura 2: Maquete 2 de um grupo, inclinando o plano da órbita da Lua, sugerida por uma aluna e seguida por todos os grupos.

3ª Semana: dias 24/06/2009 e 25/06/2009 - Tempo de duração: 150 minutos - Montagem do último modelo, maquete 3, Figuras 3.

Ao observar os modelos construídos na aula anterior, o professor percebeu que o plano da órbita lunar aparecia inclinado e, além disso, o plano fazia um movimento giratório de 360 graus quando a órbita da Terra completava uma volta ao redor do Sol, ficando voltados um para a frente do outro, quando em posições diametralmente opostas. Nessa maquete, no ponto mais elevado da órbita da Lua ela era observada como Lua cheia e no seu ponto mais baixo como Lua nova. Surgia então um problema oposto ao da primeira montagem, não se verificando em nenhum caso o fenômeno dos eclipses, pois as montagens não possibilitavam nenhum alinhamento Terra-Lua-Sol. Houve necessidade de uma nova intervenção do professor: “*O que está errado nestas maquetes? Onde vocês observam os eclipses?*” Ao que os alunos responderam: *em nenhuma*.

Foi proposto então que os alunos tentassem variações, mantendo-se a inclinação do plano. Os alunos deram início a diferentes tentativas, até que surgiu de um dos grupos a maquete 3, mostrada na Figura 3.



Figura 3: Maquete 3, representando o movimento da Lua, mantendo constante a inclinação do plano da sua órbita em torno da Terra

Esta maquete é bem parecida com o modelo pedagógico sugerido no esquema abaixo, na qual é demonstrada a inclinação do plano da órbita lunar em relação ao da órbita da Terra ao redor do Sol.

Uma das alunas do grupo justificou para toda a turma a adequação da maquete 3 para possibilitar a visualização dos eclipses, afirmando que “*o eclipse ocorre sempre que a Lua fica alinhada com a Terra na sua órbita em relação ao Sol, sendo eclipse lunar na Lua Cheia e solar na Lua nova.*” A partir dessa “descoberta”, exemplificada pela aluna para a turma, os demais grupos começaram a seguir a sugestão da colega, reproduzindo a inclinação adotada, dando início à testagem das fases e dos eclipses da Lua, em um processo típico de modelagem qualitativa de um fenômeno em busca da solução de uma situação-problema (NERSSESIAN, 2007).

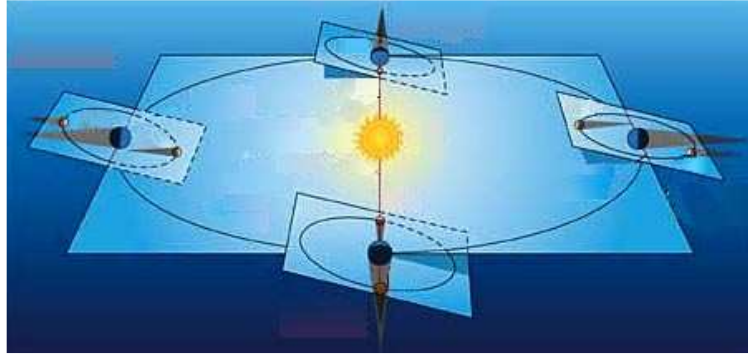


Figura 4: Esquema demonstrando a inclinação do plano da órbita lunar
Fonte: <<http://astro.if.ufrgs.br/eclipse.htm>>.

Nessa etapa, o professor precisou intervir diante da dificuldade encontrada por alguns alunos, informando que os planos das órbitas eram hipotéticos. O fato do material usado não ser transparente impossibilitou a compreensão imediata de alguns alunos, uma vez que, por não conseguirem conceber a passagem da luz do Sol para a parte de baixo da maquete, colocavam os planos da órbita da Lua acima do plano da órbita da Terra em torno do Sol.

Depois de passar por todos os grupos, questionando sobre as posições da Lua nas diferentes fases, o professor percebeu, em dois deles, a tendência a voltar à maquete 2 e a decorrente impossibilidade de com ela simular o que era pedido, fases e eclipses na mesma maquete.

A partir do momento em que todos os grupos sentiram a avaliação positiva feita pelo professor ao grupo que sugeriu a maquete 3, os demais então a adotaram, passando a ter sucesso em encontrar as posições solicitadas das fases e dos eclipses, deslocando meio plano da órbita da Lua para a parte de baixo do plano da órbita da Terra.

Ao final, o professor fez uso da linguagem científica para acrescentar novas informações: “*Este ponto onde a órbita da Lua se encontra com o plano da órbita da Terra se chama nodo orbital. O nodo pode ser classificado como ascendente ou descendente de acordo com a direção que a lua cruza o plano. Ao contrário dos eclipses solares que são visíveis apenas em pequenas áreas da Terra, os eclipses lunares podem ser vistos em qualquer lugar da Terra em que seja noite no momento do eclipse*”.

De modo a detalhar o comportamento do modelo, foi colocada a seguir pelo professor a seguinte questão: *Reparem bem a diferença entre a maquete 2, onde há um erro de posicionamento em relação ao plano que contém a Terra e Lua, com a maquete 3. Como se comporta o deslocamento do plano que contém a órbita lunar que também contém a Terra ao redor do Sol?* Ao que, após várias discussões entre os alunos, uma aluna respondeu: *a diferença entre as maquetes é que, na última, o plano que continha a órbita lunar, juntamente com a Terra, tinha um movimento apontando sempre na mesma direção.*

De fato, durante o movimento de translação é possível observar que o plano que contém a Terra e a Lua se desloca mantendo-se sempre paralelo a si mesmo. O mesmo ocorre com a inclinação do eixo da Terra no movimento ao redor do Sol. Isso se dá pela

conservação do momento angular⁵, conceito que, no entanto, não é trabalhado nessa fase do ensino de ciências.

Nas discussões sobre a representação dos fenômenos estudados com a ajuda das maquetes feitas em aula pelos alunos, o fato do plano da órbita da Lua ficar sempre acima do plano da órbita da Terra em torno do Sol requer uma adequação, de modo a fazê-lo corresponder, com mais precisão, ao correto (Figura 4). Para tal, é necessário um corte no plano de base, fazendo com que a Lua passe ora acima, ora abaixo desse plano. Outra solução, encontrada posteriormente pelo professor, foi elevar o Sol, de modo a colocá-lo no plano da órbita da Terra ao seu redor (Figura 5), que assim deixa de ser o da placa de isopor maior.



Figura 5: Maquete 3, modificada pelo professor, ajustando a altura do Sol.

Segundo Vosniadou (1994), a mudança conceitual é uma modificação progressiva dos modelos mentais, que o aluno tem sobre o mundo físico, conseguida por meio de enriquecimento ou revisão. Enriquecimento envolve a adição de informações aos modelos existentes e revisão implica em mudanças nas crenças ou pressupostos individuais ou na estrutura relacional do modelo. Na situação aqui estudada, os modelos mentais dos alunos eram precários para poderem responder ao que foi solicitado pelo professor. As várias informações adquiridas, assim como as oportunidades de manipulação de modelos pedagógicos no ambiente social da sala de aula, tendo os fenômenos astronômicos em questão como ponto de chegada, tornaram possível a construção dos modelos mentais pelos alunos.

Uma vez que os modelos mentais dos alunos, em sua maioria, eram confusos e incompletos, podemos aqui falar do modelo pedagógico usado nesse experimento didático justamente como mediador do processo de ajustamento, do desenvolvimento de modelos mentais simples (mentais dos alunos) para modelos de mais alta complexidade no que se referem ao fato de possuírem um comportamento que relaciona as órbitas dos dois astros – Lua e Terra – e que deu conta da demonstração das fases da Lua e eclipses,

⁵ Assim como o momento linear de uma partícula só varia quando sobre ela é aplicada uma força externa, o momento angular de um sistema de partículas só se altera na presença de torque externo. No caso da Lua, a força central gravitacional não produz torque, seu momento angular se conserva, e o plano de sua órbita se mantém.

se aproximando dos modelos consensuais/conceituais no campo do conhecimento em Astronomia abordado no curso de ciências na escola básica.

Vale ressaltar que, mesmo se o produto de um processo de modelagem é um objeto concreto, como um modelo do sistema solar simplificado (Terra, Lua e Sol), o que conta é a representação mental realizada e que pode levar os alunos a, em outros momentos, explicarem não só os fenômenos estudados como outros correlatos que envolvam a mesma base conceitual desenvolvida.

5. Reflexão do professor de Ciências

Realizar esse trabalho com os alunos, em paralelo a discussões com o grupo de pesquisa na universidade, levou o professor a expressar sentimentos de mudança, descritos e comentados abaixo:

“Já faz algum tempo venho trabalhando com os alunos no sentido de buscar neles através de suas concepções alternativas uma ferramenta de trabalho para o entendimento dos conceitos dentro do curso de Ciências. Mas na verdade em que se baseavam essas concepções?”

“A proposta da existência de modelos mentais me deu uma idéia de como essas concepções poderiam se formar. O trabalho de pesquisa presente está voltado para a análise da construção do conhecimento através da intervenção pedagógica, com o objetivo de transformar um modelo mental em modelo consensual”.

Neste trecho, percebe-se que o encontro do professor com a teoria dos modelos mentais deu a ele respostas sobre a origem das concepções alternativas de seus alunos. Nota-se, a seguir, sua opção pelo construtivismo, uma vez que, a partir do saber da sua experiência considera a participação ativa dos alunos indispensável, sendo a diversificação das metodologias que tem o diálogo na sua base essencial para obtê-la:

“... o professor deve atuar como mediador, no sentido de fazer os conceitos (oriundos de modelos mentais) emergirem dos próprios alunos e explorá-los e redirecioná-los para novos conceitos (modelos consensuais), ao invés de simplesmente passá-los adiante já prontos, pois ele corre o risco de ver seu aluno, quando questionado sobre um dado assunto, dar uma resposta que, apesar de certa, ter sido respondida de forma aleatória, ou efetuar respostas tendo por base apenas algo memorizado, mas do qual ele nada entendeu ou não acredita. Além disso, ao diversificar os métodos de trabalho (aulas teóricas, trabalhos práticos em grupo, debates), permitindo o diálogo com o aluno, é possível torná-lo mais participativo, melhorar seu interesse e conseqüentemente seu desempenho.”

No trecho a seguir de sua reflexão, o professor dá indícios da ressignificação de seu papel como docente, incluindo nele o pesquisador da sua própria prática:

“Fazer uma pesquisa sobre seu próprio método de trabalho é interessante, uma vez que torna o professor mais atento aos detalhes, passível de reflexões para a avaliação dos pontos onde se está atingindo os objetivos propostos e onde está sendo falho, para reavaliações de procedimentos.”

6. O ponto de vista dos formadores na universidade

Para o trabalho dos formadores de professores, o investimento em trabalhos de pesquisa no cotidiano das escolas mostrou-se mais uma vez fundamental no caso aqui

estudado, sendo, no entanto, a construção da cultura da “co-laboração” (FREIRE, 1987) dependente de um trabalho educativo continuado e prolongado.

Ao acompanhar os passos iniciais do professor na pesquisa, recorrendo à montagem de maquetes tri-dimensionais, gravando e analisando suas aulas e percebendo as mudanças pedagógicas mais amplas por ele vividas, os parceiros universitários dessa pesquisa puderam conhecer não apenas os modelos iniciais alternativos à ciência dos alunos e suas formas de aprendizagem diante dos desafios propostos pelo professor. Além disso, foi possível conhecer a reação dos alunos à estratégia de ensino adotada e o processo vivido pelo professor. Segundo esse professor, apesar de, para alguns de seus alunos, a nova metodologia causar estranheza, agitando-se com as mudanças durante as aulas, a maioria se mostrou mais motivada, perguntando em muitas oportunidades pela continuidade de aulas desse tipo diferenciado. Tal reação serviu de incentivo ao professor.

Em outro momento de interação com o professor, ficou claro também que essa sua postura de atenção ao que dizem os alunos não era nova para ele, tendo sido provocada na época em que atuou em uma turma do Projeto de Educação de Jovens e Adultos (PEJA):

“Com o PEJA tive que fazer uma revolução diante da heterogeneidade dos alunos. Tive que me estruturar para entender porque os alunos não acompanhavam como os mais novos do ensino diurno. A partir dessa experiência eu vinha me modificando e vi na teoria dos modelos mentais um caminho fértil para trabalhar nessa mesma perspectiva.”

Ao ser perguntado sobre o que pensa da didática que leva os alunos a explicitarem seus modelos mentais, representando-os nas maquetes e sendo levados a modificá-los, o professor declarou que: *“era isso que eu estava fazendo, eu estava interagindo com os alunos, procurando saber a idéia inicial sobre determinado fenômeno, pois eu queria mudar para o conhecimento aceito.”* Percebemos em suas palavras que esse professor reconhece o valor de possuir agora uma teoria para descrever o que já procurava fazer.

Foi interessante ainda perceber como o professor declarou ter havido mudança de sua visão da relação da Ciência com a realidade, mostrando a importância de metodologias construtivistas na discussão epistemológica, levando-o para além do ensino de conteúdos conceituais e alcançando os atitudinais em relação às formas de produção da Ciência (POZO e GOMEZ CRESPO, 1998):

“Tive que fazer uma 'reciclagem' minha, para entender a realidade como um modelo consensual da ciência, aceitar a realidade como não real, definitivamente, e sim como um modelo. Com essa posição fica mais fácil se tornar mais flexível e entender certas colocações que o aluno faz. Até a ordem de calar a boca dada aos alunos, diante das possíveis besteiras ou erros dos alunos, mudou para querer ouvi-los.”

O professor relatou em outro momento da interação na universidade sua preocupação com a motivação de toda a turma para seu melhor desempenho como professor:

“Às vezes o início dos diálogos que acontecem nas aulas parece caótico, mas à medida que deixo eles falarem alguma coisa com sentido surge e a gente pode pegar o gancho para aproximar as idéias deles do que diz a Ciência. Por vezes, de início, o assunto que os alunos trazem não é o que você quer focar naquele momento, mas se você dá tempo para o aluno falar acaba surgindo a oportunidade de abordar o que

você deseja. Até a atenção da turma é chamada quando um colega fala e é ouvido pelo professor, apesar do professor se sentir desviado do planejamento traçado anteriormente. Mas, ouvindo o aluno, eu tenho conseguido encontrar interfaces e interessar os outros alunos.”

O professor, com esse depoimento, deixou evidente seu reconhecimento sobre os benefícios sentidos por ele pela adoção de um enfoque construtivista embasado na Teoria dos Modelos Mentais. De fato, ao passar a considerar o papel dos modelos científicos de forma menos realista, o professor adotou pressupostos epistemológicos que mudaram sua forma de levar em conta a participação dos alunos em prol de uma aprendizagem subjacente a tal enfoque, que considera de grande importância o engajamento dos estudantes no processo educativo.

7. Considerações finais

A conscientização de que aos professores em serviço na educação escolar, encarregados em especial da aprendizagem dos estudantes, é requerido que façam opções pedagógicas (LIBÂNEO e SANTOS, 2009), nos leva à clareza quanto aos objetivos adotados em nossas ações de formação na universidade e na escola. Entre eles destacamos a sintonia de metas com as dos docentes parceiros empenhados no desenvolvimento de estudantes de escolas inseridos em contextos socioculturais e institucionais concretos.

Partimos do pressuposto que, quando os professores ganham voz ativa num projeto de pesquisa, no qual ocorre desenvolvimento de saberes docentes, estão se preparando para ressignificar sua atuação, o que consiste em assumirem o compromisso profissional de compartilharem seus saberes, divulgando-os e aceitando submetê-los à crítica da comunidade educacional. Ao se reconhecer que os professores “*possuem a capacidade de racionalizar sua própria prática, de nomeá-la, de objetivá-la, em suma de definir suas razões para agir*” (TARDIF, 2002, p. 205), um repertório refletindo os saberes dos professores pode ter sua visibilidade ampliada quando eles se assumem como pesquisadores. Em função das condições precárias da profissão docente e apesar delas, parcerias universidade-escola podem contribuir na construção de atividades inovadoras para escolas reais por meio da inclusão dos seus professores em projetos de pesquisa interinstitucionais. Na parceria proposta por nossa universidade a uma escola de nosso município, paramos de fato de ver os professores como objetos de pesquisa, passando a considerá-los como sujeitos do conhecimento.

“Fazer de aulas práticas não somente uma mera confirmação de uma proposição teórica sobre um determinado tema, mas fazer com que o aluno passe de um receptor passivo de informações para ser um elemento ativo no processo de aprendizagem através do registro, troca e relacionamento de informações, despertando o seu interesse e sua disposição para dar continuidade ao aprendizado”.

Esse era o objetivo inicial do professor envolvido no processo de ação-reflexão-ação apresentado nesse artigo. Os passos dados por esse professor, que nos fizeram passar a reconhecê-lo como um professo-pesquisador, podem ser resumidos em:

- Inserir-se em um campo de pesquisa;
- Estudar alguns autores;
- Conhecer as linhas teóricas desse campo, optando por uma delas;
- Realizar de maneira autônoma busca bibliográfica mais extensa na linha teórica escolhida;

- Estabelecer relações entre a linha teórica escolhida e a prática a ser pesquisada;
- Definir uma pergunta de partida correlata;
- Redigir relatórios e participar da elaboração de artigos;
- Divulgar em encontros e seminários o trabalho realizado;
- Mostrar interesse em dar continuidade ao trabalho como pesquisador, aliado à atuação de professor.

A inserção no campo de pesquisa em Educação em Ciências foi propiciada no espaço de reflexão conjunta de professores da escola básica junto aos licenciandos e formadores na universidade, todos envolvidos em pesquisa, ensino e extensão. Com as leituras e discussões vivenciadas no grupo em busca de respostas a perguntas de pesquisa ocorreu, entre muitos desdobramentos, a aproximação desse professor ao universo da pesquisa acadêmica.

Destacamos, no artigo, a importância dada à apropriação feita pelo professor à teoria dos modelos mentais e a sua aplicação ao levantamento do conhecimento prévio dos alunos, explicitado durante a construção de maquetes representando o movimento relativo entre Sol, Terra e Lua. As mudanças nos modelos vivenciadas pelos alunos possibilitaram ao professor identificar nesse tipo de atividade na escola, *uma prática que levou os alunos a passarem de receptores passivos de informações a elementos ativos no processo de aprendizagem*. Trabalhar com a explicitação dos modelos mentais dos alunos, abrindo espaço para o debate entre eles e os modelos consensuais da ciência, foi a resposta encontrada pelo professor a sua pergunta de pesquisa.

A participação nesse projeto dos licenciandos nas diversas ações formativas junto a alunos da escola básica e aos seus professores, vivenciando possibilidades e limites das inovações propostas, gerou para os formadores na universidade ampliação de repertório de ações validadas na escola, passando seus resultados a ser considerados durante a formação inicial e continuada de professores.

8. Referências

ANTONIOLI, M. P. Origens das Concepções Alternativas em Óptica. **Monografia de Graduação**, UERJ, Rio de Janeiro, 2009.

BORGES, T. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/borges.htm1997>>.

BRETONES, P. S. A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu. **Tese de doutorado**, Universidade Estadual de Campinas, Instituto De Geociências, Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Campinas, 2006.

CARRASCOSA, J. El problema de las Concepciones Alternativas en La Actualidad (Parte I). Analisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. **Revista Eureka sobre La Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v.2, n.2, p. 183-208, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

IBIAPINA, I. M. L. M. **Pesquisa Colaborativa – Investigação, Formação e Produção de Conhecimentos**. Brasília: Líber Livro, 2008.

KRAPAS, S. *et al.* Modelos: Uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.2, n3, Porto Alegre, 1997. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>.

LEMKE, J. L. **Aprender a Hablar Ciencia – Lenguaje, aprendizaje y valores**. Temas de Educación Paidós, Madri: 1997.

LIBÂNEO, J.C., SANTOS, A (org) **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**, 2ª edição, Campinas, SP: Alínea Editora, 2009

MOREIRA, M.A., Modelos mentais. **Investigações e ensino de ciências** v.1,n. 3 , dez. 1996. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm>>.

MORTIMER, E., SCOTT, P. Atividade Discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino - **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7 - n.3, Porto Alegre, 2002. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>>.

NERSSESIAN, N. Mental Modeling in Conceptual Change. In Vosniadou, S. (org.) **Handbook of Conceptual Change**, Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum, 2007.

POZO, J. I., GÓMEZ-CRESPO. M. A. **Aprender y enseñar ciencias**. Madri: Morata, 1998

QUEIROZ, G. R. P. C.; MACHADO, M. A. D. A inclusão dos professores do ensino básico no universo da pesquisa. **Congresso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciências**. Barcelona, 2009.

QUEIROZ, G.. R. P. C., DA ROCHA BERNARDO, J. R., ANTONIOLLI, P. M., ROSA, V. J. L. G., FERNANDES, H. S. Física na Cultura e na Pedagogia de Projetos In: **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória/ES. Atas do XVIII SNEF, 2009.

QUEIROZ, G.. R. P. C., MACHADO, M. A. D., BITTENCOURT, B. RODRIGUES, L., RAMALHO SILVA, L., CASTRO, G. Parceria Universidade-Escola e Emancipação Docente. In: **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória/ES Atas do XVIII SNEF , 2009.

QUEIROZ, G.. R. P. C., MACHADO, M. A. D., SANTIAGO, R. B. - Registros da Ciência e da Tecnologia na Formação da Diversidade Cultural Brasileira. In: **Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física**, 2008, Rosario, Argentina. Memorias do Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física. Rosario: FCEIA, 2008.

QUEIROZ, G.. R. P. C., MACHADO, M. A. D. Formação da Diversidade Cultural Brasileira. In: **19ª UERJ sem Muros**, 2007, Rio de Janeiro. CD ROM da 18ª UERJ sem muros. Rio de Janeiro, 2008.

QUEIROZ, G.. R. P. C., MACHADO, M. A. D., BARBOSA-LIMA, M. C., SANTIAGO, R. B. Weaving ties on the earth and beyond. In: **ICPE2007 Conference: Building Careers with Physics**, Marrakech - Morocco. Anais da conferência ICPE2007. Marrakech, v. único. p. 250, 2007.

SHULMAN, L. Those Who Understand: knowledge growth in teaching. **Harvard Educational Review**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p.1-22, 1987.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

VASCONCELLOS, M. M. N. **Educação Ambiental na Colaboração entre Museus e Escolas: limites, tensionamentos e possibilidades para a realização de um projeto político pedagógico emancipatório**. Tese (Educação) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

VOSNIADOU, S. Capturando e Modelando os Processos de Mudança Conceitual. **Learning and Instruction** v. 4, p.45-69. Disponível em: <http://www.geocities.com/modelos_mentais/menus.htm>.