

O PAPEL DOS MODELOS NA FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: UMA INVESTIGAÇÃO DO TIPO PROFESSOR-PESQUISADOR

THE ROLE OF MODELS ON PRESERVICE BIOLOGY TEACHER EDUCATION: A TEACHER-AS-RESEACHER INQUIRY

Louise Brandes Moura Ferreira¹
Zara Faria Sobrinha Guimarães²,
Eliane Mendes Guimarães³,
Ludmila Soares Franco⁴

¹Universidade de Brasília, Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas, louise@unb.br

²Universidade de Brasília, Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas, zara@unb.br

³Universidade de Brasília, Faculdade de Planaltina, eliane@unb.br

⁴Universidade de Brasília, Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas, lud.ludmila@gmail.com

Resumo

O presente artigo é o resultado de uma pesquisa qualitativa do tipo professor-pesquisador sobre o papel da unidade intitulada “Pensando Criticamente sobre o uso de Modelos no Ensino de Ciências” na formação profissional de licenciandos de Ciências Biológicas. Vinte e um alunos participaram da pesquisa onde três instrumentos de coleta de dados foram utilizados: um questionário em tomadas pré-teste e pós-teste com todos os participantes, um diálogo em sala de aula e entrevistas individuais com um grupo de foco composto por sete alunos. Os resultados mostraram que artigos científicos sobre o uso de modelos em sala de aula e uma análise de modelos pictóricos contidos em livros didáticos de ciências contribuíram de maneira significativa para a aprendizagem dos licenciandos. Esses conceberam o uso de modelos em sala de aula como ferramentas facilitadoras da aprendizagem, o que reforça a base da pesquisa empírica na área.

Palavras-chave: modelos, formação de professores, conteúdos da prática pedagógica, ensino de ciências.

Abstract

This article reports the results of a qualitative teacher-as-researcher inquiry based on an instructional unit entitled “Thinking critically on the use of models in science education” regarding the professional preparation of preservice biology teachers. Twenty-one students participated in the study. Three data collection instruments were used: a pretest and posttest questionnaire with all the participants, a classroom dialogue and individual interviews taken with a focus group of seven components. The findings showed that the articles taken from educational peer-review publications on the use of models in the classroom and the analysis of science textbooks pictorial models had contributed on a meaningful way to the participants’ learning of the subject matter. The preservice biology teachers conceived the use of models in the classroom as tools to facilitate the learning process. This result is consistent with the empirical research literature base on the field

Keywords: models, preservice teacher education, pedagogical content knowledge, science education.

1 MODELOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Modelos científicos são representações de fenômenos naturais tais como entidades ou processos criados pela comunidade científica com a função básica de ressaltar algum aspecto ou aspectos da realidade. Modelos tais como diagramas, gráficos, esquemas, desenhos, construções com objetos tridimensionais, simulações computadorizadas, entre outros, são desenvolvidos com a finalidade de reproduzir uma parte de uma dada realidade que, em geral, não pode ser diretamente observada por meio dos sentidos. Em Biologia Molecular, o clássico modelo da dupla hélice, criado por Watson e Crick em 1953, expressava a similaridade estrutural entre um modelo tridimensional feito com pedaços de alumínio e ferro e a estrutura da molécula de DNA (WATSON, 1968). A finalidade de tal modelo era a de representar como esses materiais se “encaixariam” da mesma forma que no DNA as moléculas de fosfato se ligariam quimicamente às pentoses e estas a quatro tipos diferentes de bases nitrogenadas. Um par dessa estrutura representaria a dupla hélice.

O modelo proposto consegue demonstrar a estrutura da molécula de maneira estática. No entanto, o processo de seu desdobramento, ou duplicação, necessitaria de um modelo dinâmico que servisse para ilustrá-lo. Nesse sentido, enquanto representação, um modelo não consegue abarcar todos os aspectos associados a uma realidade complexa. Os modelos possuem portanto, abrangências e limitações. Conseqüentemente, como o exemplo acima sugere, certos modelos são mais apropriados para representar determinados tipos de fenômenos que outros.

No ensino, tal como na ciência, a instrução se apóia em modelos para ajudar a explicar certos fenômenos não observáveis ou apenas parcialmente observáveis. Os modelos didáticos, utilizados em sala de aula, têm a função de facilitar a transposição dos modelos científicos consensuais (modelos desenvolvidos e aceitos em seus atributos mais relevantes pelos membros da comunidade científica) para o contexto escolar (GILBERT; BOULTER, 1998). Adicionalmente, a sugestão de planejamento de ensino nacional, por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1996), coloca os professores frente à necessidade de tornar o conhecimento científico aplicável ao cotidiano do aluno e, para tal, sugerem várias estratégias e ferramentas facilitadoras da aprendizagem, incluindo o uso de analogias e modelos. Essa exigência tem seu desdobramento na formação específica do profissional da educação feita no Nível Superior.

Consideramos que a utilização de modelos em sala de aula é uma das ferramentas que, se bem utilizadas, propicia, não só o aprendizado de conhecimentos científicos como também a reflexão sobre as formas de representação e desenvolvimento de tais conhecimentos.

Apesar do grande uso de modelos no Ensino de Ciências, pesquisas na área mostram que muitos professores desconhecem seu potencial educativo. Como pesquisadoras na área de Ensino de Ciências atuando na universidade, questionamo-nos sobre qual o papel da instituição na formação de futuros professores e como as disciplinas pedagógicas obrigatórias da Licenciatura em Biologia poderiam ajudar nossos licenciandos a usar os modelos em suas práticas didáticas e na construção do conhecimento científico com seus futuros alunos.

A literatura recente sobre pesquisas empíricas acerca do uso pedagógico de analogias e modelos no Ensino de Ciências pode ser dividida em dois grupos: pesquisas feitas com professores em exercício, e investigações realizadas com futuros professores.

No primeiro caso, as pesquisas de Justi e Gilbert (2002a, 2002b, 2003b) revelaram, por meio de entrevistas semi-estruturadas, que os professores consideravam os modelos como ferramentas didáticas que poderiam facilitar a aprendizagem de seus alunos. Eles acreditavam que os modelos

deveriam ser usados no ensino para o entendimento dos alunos acerca dos conteúdos científicos tratados em sala de aula. De três grupos de professores dos Níveis Fundamental, Médio e Superior, somente os professores do último grupo atentaram para a possibilidade de se usar os modelos na discussão de temas relativos à natureza da Ciência.

Ao investigarem professoras de Biologia do Ensino Médio que faziam uso de analogias e modelos em sala de aula, Ferraz e Terrazan (2003) observaram que elas empregavam analogias de maneira espontânea, mas não engajavam seus alunos num “diálogo maior” (p. 224) sobre as concepções prévias dos aprendizes acerca do assunto alvo, a comparação entre assunto alvo e análogo e suas próprias conclusões. Sem esse diálogo, os autores afirmam que se perde a oportunidade de promover a reflexão crítica dos alunos acerca da abrangência e limitações do análogo (ou modelo) bem como a possibilidade de “desenvolver [de forma significativa] os conceitos científicos a serem trabalhados” (p. 226).

Os resultados das pesquisas de Justi e Gilbert, e Ferraz e Terrazan, acima mencionados, são semelhantes no tocante a concepção dos professores acerca do uso de modelos no ensino. Essa concepção parece estar ligada a uma visão pragmática do processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, o objetivo educacional mais importante seria o de ensinar o conteúdo de ciências aos alunos, sendo os modelos, ferramentas úteis para tal.

No conjunto das pesquisas do segundo tipo, realizadas com futuros professores, a investigação de Crawford e Cullin (2004) com alunos em um curso avançado de metodologia científica, descrevem os resultados de uma pesquisa sobre o uso de modelos computadorizados em sua formação pedagógica. A pesquisa evidenciou que os futuros professores mudaram suas concepções sobre modelos para uma visão mais crítica do seu papel na Ciência. Entretanto, apesar de terem manifestado o desejo de usar modelos futuramente em aulas, não houve nenhuma mudança em suas intenções de usá-los para incrementar a reflexão crítica nas aulas de ciências. Em outras palavras, eles ensinariam Ciências *com* os modelos, mas não ensinariam nada *sobre* os modelos (p. 1399).

Windschitl e Thompson (2006) relatam um estudo sobre futuros professores cursando uma disciplina optativa na qual um projeto de pesquisa envolvendo a elaboração e teste de hipóteses, denominado “forma autêntica de investigação” (p. 784) era incluído. Paralelamente à investigação, os futuros professores participavam de uma oficina sobre o papel dos modelos na Ciência e no Ensino de Ciências. Os autores buscavam identificar o papel de ambas atividades no conhecimento sobre o uso pedagógico dos modelos e a intenção dos professores em usá-los em suas salas de aula. A maioria dos futuros professores mostrou a intenção em usá-los em suas práticas pedagógicas, não somente como ferramenta didática, mas também buscando relacioná-los à dinâmica da construção do conhecimento científico. Esse resultado, que contrasta com o de Crawford e Cullin (2004) pode ser explicado de acordo com os próprios autores (WINDSCHITL; THOMPSON, 2006, p. 821), pelo fato de os estudantes estarem ainda cursando a Licenciatura em Ciências e também por terem realizado uma atividade de pesquisa autêntica onde eram estimulados a relacioná-la com os conteúdos da oficina sobre o papel dos modelos na Ciência e no Ensino de Ciências.

Ressalvamos que essas pesquisas, que procuram inquirir como os futuros professores respondem a uma formação específica voltada para o desenvolvimento de conhecimentos sobre modelos na ciência e no ensino, são ainda incipientes e realizadas em disciplinas optativas que não atingem a formação profissional do licenciando de modo homogêneo. Como Windschitl e Thompson (2006) afirmam: “não sabemos quase nada de como [os futuros professores] respondem a instrução desenvolvida especificamente para fomentar o entendimento de modelos” (p. 784). A presente pesquisa sobre uma unidade planejada para ensinar modelos e o uso de modelos no ensino numa disciplina de Métodos de Ensino de Ciências se insere nesse contexto.

Visando contribuir para minimizar a lacuna existente em relação à formação profissional obrigatória que os cursos de licenciatura devem fornecer, explanaremos a seguir os componentes da unidade de ensino desenvolvida; nossa pergunta e desenho de pesquisa; bem como os resultados obtidos.

2 O USO DE MODELOS NA FORMAÇÃO DE FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Este trabalho faz parte de uma pesquisa maior sobre o papel da unidade “Pensando Criticamente sobre Modelos no Ensino de Ciências” na aprendizagem do tema por uma turma de licenciandos em Ciências Biológicas” Nesse artigo abordamos duas perguntas de pesquisa: qual a contribuição de artigos de pesquisa sobre o uso de modelos no Ensino de Ciências para a formação de um grupo de licenciandos, e qual o papel da análise de modelos pictóricos contidos em livros didáticos de ciências no aprendizado dos alunos? Essas perguntas nos apontaram para um desenho de pesquisa de natureza qualitativa. Como uma de nós era professora da disciplina na qual a unidade foi desenvolvida, decidimos por realizar uma pesquisa participativa do tipo professor-pesquisador (SHAGOURY; POWER, 2003). Nesse tipo de pesquisa, o docente assume o duplo papel de pesquisador e professor e seu objetivo é o de investigar a sua própria prática educacional com a finalidade de melhorá-la e contribuir para a base de conhecimentos da pesquisa empírica na área.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO E SÍTIO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em uma turma da disciplina obrigatória de Métodos em Ensino de Ciências do curso noturno de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma instituição de ensino superior em Brasília, Distrito Federal. Vinte e oito, dos 31 alunos regularmente matriculados no curso, consentiram em participar da pesquisa. Os licenciandos cursavam, em sua maioria (62,5 %), o 6º período de um total de 8 semestres. O segundo maior grupo de alunos (20,8 %) encontrava-se no 7º período, e o restante estava distribuído entre os 8º e 12º períodos. Na amostra, a faixa etária média dos alunos era de 24 anos, sendo 13 do sexo masculino e 15 do sexo feminino. A maioria dos participantes pertencia à classe média.

3.2 A UNIDADE DE ENSINO

A unidade de ensino foi desenvolvida em quatro semanas, com duas aulas por semana de 1 hora e 45 minutos cada, totalizando 3 horas e 30 minutos semanais. O objetivo educacional de tal unidade foi o de apresentar a base conceitual sobre analogias e modelos, bem como as estratégias didáticas para o trabalho com os modelos no Ensino Fundamental. Os conteúdos pedagógicos utilizados durante a unidade estavam relacionados com: a) conhecimentos de conteúdo sobre modelos: o que são modelos, seus usos, as entidades que os modelos representam (JUSTI; GILBERT, 2002a, p. 372), tipos de modelos (BOULTER; BUCKLEY, 2000; HARRISON; TREAGUST, 2000), os tipos de modelos que melhor representam certos tipos de fenômenos, b) conhecimentos sobre o processo de modelagem no Ensino de Ciências: os passos a serem seguidos durante o processo de modelagem segundo as melhores práticas, incluindo uma aula dedicada ao

modelo *Modified Teaching with Analogies* (MTWA)¹ (HARRISON, 1993) e os princípios do raciocínio analógico (Lipman, 1993, 1996, 2003) no uso de modelos no Ensino Fundamental.

A dinâmica de sala de aula incluiu aulas expositivas, discussões em grupo, análise de modelos pictóricos, tridimensionais e simulações computadorizadas. Além disso, os licenciandos estudaram artigos de periódicos educacionais e capítulos de livros sobre o uso de modelos no Ensino de Ciências (LIPMAN, 1993; FERRAZ; TERRAZAN, 2003; OLIVEIRA; ABREU, 2004; FERREIRA; JUSTI, 2005). Como conclusão da unidade, os alunos apresentaram trabalhos referentes a análise de modelos contidos em livros didáticos do Ensino Fundamental.

3.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

A pesquisa respeitou os princípios éticos de não dano e consentimento livre e esclarecido conforme a resolução do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (CNS/MS) n°. 196/96 (BRASIL, 2007) para a pesquisa com seres humanos. A mesma foi avaliada e aprovada sem restrições por um Comitê de Ética e Pesquisa de uma instituição de ensino superior subordinada à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Ministério da Saúde. Todos os participantes tiveram seus nomes substituídos por pseudônimos e seus dados foram mantidos confidenciais.

3.4 AMOSTRAGEM, COLETA DE DADOS E ANÁLISE

Na busca da conversão dos dados e da maior credibilidade quanto aos resultados da investigação, elaboramos um desenho de pesquisa no qual pudéssemos ter, ao menos, dois tipos de triangulação: por instrumentos e por analistas (DENZING, 1978; MILES; HUBERMAN, 1994). Triangulação é um procedimento empregado na pesquisa qualitativa para tentar superar, o máximo possível, as limitações inerentes aos instrumentos de coleta de dados (incluindo os analistas). Usar este procedimento significa conceber e levar a termo um desenho de pesquisa que contenha diferentes instrumentos na busca de se obter diversos tipos de dados que possam responder as perguntas da pesquisa (FERREIRA, 2004, p. 52).

Três instrumentos de coleta foram usados nessa pesquisa: a aplicação de um pré-teste e um pós-teste, que consiste em um questionário aberto parcialmente baseado no VOMM C (JUSTI; GILBERT, 2003a) com seis perguntas que versavam acerca de conhecimentos sobre modelos e modelos didáticos. Esse instrumento foi distribuído a todos os participantes da pesquisa no primeiro e último dias da unidade. As tomadas pré-teste e pós-teste foram concluídas por 21 dos participantes. Eliminamos os dados dos 7 que, por algum motivo, deixaram de fazer ou a primeira ou a segunda tomada. O segundo instrumento consistiu de áudio-gravação de um diálogo em grupo (denominado grupo de foco) que ocorreu aproximadamente na segunda metade da unidade com questões sobre as percepções dos licenciandos acerca das contribuições dos componentes da unidade (artigos científicos, materiais usados e atividades desenvolvidas). O terceiro instrumento de coleta foi uma entrevista individual semi-estruturada, com os integrantes do grupo de foco, ao final da unidade de ensino, que convidava os alunos a fazer uma reflexão sobre o papel da unidade em sua formação como professor de ciências e em especial sobre os aspectos pedagógicos desenvolvidos durante a unidade.

O grupo de foco era composto por dez alunos que foram selecionados por amostragem aleatória simples (WISEMAN, 1999). Embora essa estratégia de seleção não nos garantisse a representatividade da turma, ela era a única que nos daria a chance de que todos os participantes

¹ Também referido neste artigo por TWA modificado.

poderiam ser selecionados para o grupo de foco, com uma probabilidade de cerca de 50% de participação, dada a razão entre o número de participantes e o número de componentes do grupo de foco. Ressalvamos que mesmo sendo a natureza de nosso estudo uma investigação qualitativa, pretendíamos, desde o início, que a seleção dos participantes se pautasse não por aqueles que melhor respondessem à nossa unidade de ensino, mas, que todos, independentemente de sua participação em sala de aula, tivessem a mesma chance de seleção.

Dos dez alunos sorteados para fazer parte do grupo de foco, um desistiu de participar tanto do diálogo em grupo como da entrevista individual, e dois não puderam comparecer às entrevistas individuais na semana da coleta de dados. As entrevistas foram feitas por duas de nós – a professora regente e uma das pesquisadoras – com tempo médio de duração de 30 minutos. Para que não houvesse discrepância entre as entrevistas conduzidas por duas pesquisadoras diferentes, optamos por um roteiro de entrevista semi-estruturada.

O diálogo e as entrevistas foram gravados em arquivo digital e transcritos posteriormente. Para garantir a triangulação dos resultados obtidos pelos analistas, as análises foram feitas isoladamente por cada uma das três pesquisadoras envolvidas. Procedemos primeiramente lendo todos os dados de uma só vez. Em seguida, ao analisarmos as entrevistas individuais e o diálogo em grupo procuramos estabelecer temas que fossem endereçados às nossas perguntas de pesquisa. Passamos a identificar padrões a partir das explanações dos vários participantes da pesquisa ao responderem às questões do diálogo e das entrevistas. Em grupo, discutimos e cotejamos os possíveis temas objetivando refiná-los ao criarmos categorias baseadas na “recorrência de palavras ou frases” mencionadas pelos participantes (MARSHALL; ROSSMAN, 1999, p. 116).

Um procedimento diferente de análise foi feito com os resultados do pré e pós-teste. Após a primeira leitura, estabelecemos três categorias que nos indicaram se os licenciandos tinham conhecimento sobre: definição de modelos, limitações e abrangências dos modelos e estratégias didáticas para seu uso em sala de aula.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS DE PRÉ E PÓS-TESTE

Considerando que a unidade previa a construção de uma base conceitual sobre modelos e estratégias didáticas para o uso de modelos em sala de aula, comparamos os resultados do pré e pós-teste buscando identificar as concepções dos alunos acerca dos objetivos da unidade. Sendo assim, procuramos classificar as concepções dos licenciandos em 3 categorias: concepções sobre modelos (definições), concepções acerca da natureza dos modelos enquanto representação (escopo e limitações) e concepções acerca das estratégias didáticas para o trabalho com modelos no Ensino de Ciências no Nível Fundamental.

Embora a segunda categoria seja um desdobramento da primeira, buscamos diferenciá-la, por entender que a compreensão das semelhanças e limitações dos modelos em relação ao alvo é de extrema importância para o seu uso didático.

Dos 21 testes analisados, no pré-teste e no pós-teste, obtivemos os seguintes resultados: no pré-teste, 10 alunos apresentaram o conceito de que modelos são representações não exatas da realidade. Esse número no pós-teste subiu para 15. Além disso, os participantes usaram termos técnicos em suas concepções, o que evidenciou a aprendizagem. Seis alunos, no entanto, não elaboraram nenhuma conceitualização sobre os modelos. A concepção de que os modelos apresentam limitações e abrangências em relação ao alvo foi um resultado obtido com apenas 2 alunos no pré-teste. No pós-teste, esse número aumentou para 11. Em relação à necessidade de se usar estratégias

didáticas no ensino com modelos, 7 alunos no pré-teste apresentaram algum tipo de concepção que indicasse essa necessidade, porém, sem indicar nenhuma forma de sistematização no uso de modelos em sala de aula. No pós-teste, 13 alunos apresentaram sugestões com caráter de sistematização que reproduziam os passos propostos pelo TWA modificado.

Ficou evidente que a unidade cumpriu com seus objetivos de ensinar aos licenciandos os conteúdos pedagógicos relacionados aos conhecimentos sobre modelos, bem como os passos a serem seguidos no processo de modelagem no Ensino de Ciências. A mudança provavelmente foi resultado da escolha dos conteúdos ministrados durante a unidade, e das estratégias didáticas aplicadas (ver acima). Dessa forma, a comparação entre as tomadas pré-teste e pós-teste desse instrumento de pesquisa evidenciou a aquisição de conteúdos sobre modelos relevantes para a formação profissional dos licenciandos.

O instrumento utilizado no pré-teste e no pós-teste nos possibilitou apenas mensurar os ganhos em compreensão de conceitos acerca do assunto. Em outras palavras, os testes nos possibilitaram responder à pergunta “quanto mudou?” Entretanto, para que pudéssemos compreender quais foram os componentes e as estratégias didáticas da unidade de ensino que contribuíram para esta mudança, respondendo, desta forma, à pergunta “como mudou?”, usamos outros instrumentos de coleta – o diálogo em grupo e as entrevistas individuais – nos quais os participantes tiveram a oportunidade de falar sobre as suas percepções acerca do que e como aprenderam com a unidade. No que se segue, reportaremos os resultados obtidos por meio destes instrumentos de coleta sobre o papel dos artigos científicos na aprendizagem dos licenciandos acerca do uso de modelos no Ensino de Ciências e o papel da análise de modelos pictóricos contidos em livros didáticos do Ensino Fundamental.

4.2 O PAPEL DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE O USO DE MODELOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Nossos resultados indicaram que os licenciandos atribuíram um papel basicamente pedagógico aos artigos científicos lidos. Segundo eles, os textos propiciaram a aprendizagem sobre a forma de se trabalhar com modelos e analogias no contexto do Ensino de Ciências no Nível Fundamental. Os alunos do grupo de foco apontaram para as seguintes contribuições dos artigos: a leitura dos mesmos indicou a maneira correta de se fazer analogias, bem como a importância de se empregar determinados procedimentos didáticos ao se usar modelos e analogias em sala de aula.

Seis dos 7 alunos do grupo de foco afirmaram em suas entrevistas que a leitura dos textos serviu para alertá-los sobre a necessidade de uma metodologia adequada para o uso de analogias em sala de aula. Os mesmos disseram que a primeira parte do texto de Ferraz e Terrazan (2003), onde os passos do modelo TWA modificado (HARRISON, 1993) são descritos (HARRISON; TREAGUST, 1994 *apud* FERRAZ; TERRAZAN, 2003, p. 215-216) foi de grande valia para a aprendizagem deles. Por exemplo, Jonas, ao ser questionado sobre o que achava válido na unidade, disse que os passos do modelo TWA modificado haviam “sistematizado”, para ele, o uso de analogias em sala de aula. Jonas observou que antes de ter lido o texto tinha o hábito de fazer analogias de improviso na tentativa de, com elas, facilitar a explicação do assunto alvo para os alunos. Ele disse durante o diálogo: “às vezes eu ‘me embolei’ com as analogias de improviso, eu achei interessante que ele [o texto] te dá os passos para criar uma analogia para você chegar onde você quer” (Diálogo com o Grupo - DG - Jonas). Outra aluna, Janaína, afirmou durante sua entrevista: “Aprendi a fazer uma analogia de forma correta... [isso foi importante] para a gente não se perder na nossa própria explicação” (Entrevista Individual - EI - Janaína).

Os comentários acima indicam que apesar das analogias serem largamente usadas no processo de ensino-aprendizagem, os alunos não percebiam que uma analogia é uma relação entre relações, e que o professor, ao usá-la em sala de aula, teria que estar consciente das abrangências e limitações da comparação entre assunto alvo e análogo, o que o modelo TWA modificado ilustra em seus três últimos passos: “mapear as similaridades entre alvo e análogo”, “identificar onde a analogia falha” e “esboçar conclusões sobre o alvo” (HARRISON; TREAGUST, 1994 *apud* FERRAZ; TERRAZAN, 2003, p. 216).

Adicionalmente, os alunos aplicaram os passos sugeridos pelo TWA modificado no uso de modelos analógicos em sala de aula. Nas discussões sobre o assunto, a maioria dos licenciandos concordou com os pressupostos do TWA modificado quanto à ordem de apresentação do alvo e do análogo. Gabriela, por exemplo, enfatizou a importância do professor “mostrar as falhas que são apresentadas [no modelo]” (EI- Gabriela) tal como o passo 5 indica. Esta aluna lamentou o fato de que sua aprendizagem acerca das limitações inerentes a qualquer modelo didático tenha ocorrido somente quando a mesma chegou ao Ensino Superior.

No entanto, Gabriela e Janaína foram críticas quanto à possível visão de que o TWA modificado poderia servir como uma “receita” para o uso de analogias e modelos em quaisquer situações de ensino. Gabriela opinou em sua entrevista “eu acho que quando você vai ensinar nunca pode ter uma ‘receita de bolo’ porque depende muito do que você quer explicar” (EI – Gabriela). Janaína, por sua vez, observou “eu acho importante [o uso dos passos do TWA modificado] mas [o ensino] não pode ser limitado a isto, ... acho importante você seguir algo, ter uma orientação... mas também ter sua liberdade para se expressar e fazer de uma forma criativa, até mais criativa que possa ajudar mais os alunos.” (EI –Janaína). Estas duas alunas parecem adotar uma perspectiva construtivista com relação ao uso de modelos em sala de aula. Segundo este ponto de vista, aprendiz e professor se engajariam no processo de construção do conhecimento a partir daquilo que o aluno traz para a escola de acordo com sua própria bagagem conceitual, e uma receita pronta cercearia tal processo. Não podemos precisar, entretanto, de acordo com os dados coletados, se a postura das alunas se deve à unidade ou à formação geral do licenciando, que inclui outras matérias pedagógicas onde as diversas teorias da aprendizagem são apresentadas e discutidas em profundidade.

Embora não tenham sido citados pelos participantes durante a coleta de dados, acreditamos que o texto de fundamentação sobre analogias e modelos (LIPMAN, 1993) usado em sala de aula, bem como a dinâmica com atividades de formulação e teste de analogias (LIPMAN,1996) possam também ter contribuído para os resultados descritos acima. Tanto a discussão do texto como a participação na dinâmica implicavam o entendimento da definição de analogia, bem como dos princípios do raciocínio analógico.

Conforme os comentários acima, fica claro que o papel dos artigos científicos serviu para o aprendizado acerca da necessidade de uma estratégia pedagógica ao se usar modelos e analogias em sala de aula.

4.3 O PAPEL DA ANÁLISE DOS MODELOS CONTIDOS NOS LIVROS DIDÁTICOS

No final da unidade, os participantes apresentaram um trabalho que consistia em uma análise crítica de modelos pictóricos contidos em livros didáticos do Ensino Fundamental. Entre outras coisas, o trabalho deveria trazer caracterizado o tipo de modelo escolhido, o processo de seu desenvolvimento histórico, bem como seus usos, abrangências e limitações. Todos os alunos do grupo de foco relataram que, com esta análise, aprenderam a identificar as “falhas” apresentadas nos modelos nos livros didáticos. Por exemplo, Jonas, que avaliou um modelo de classificação dos seres vivos em reinos, afirmou que no modelo analisado “havia figuras que não estavam em escala, por

exemplo, tinha um pingüim do mesmo tamanho que um fungo” (EI- Jonas). Ficou claro para Jonas que o modelo deveria ao menos apresentar em sua legenda a noção de grandeza das figuras, pois de outra forma levava o aluno a ter uma idéia equivocada acerca da proporcionalidade entre o tamanho das espécies dos Reinos *Animalia* e *Fungi*. Seguindo a mesma linha de raciocínio, Maria disse que a sua “reflexão” foi de “tentar ver com o olhar mais crítico qualquer modelo... às vezes a gente fica só tentando adquirir a informação e não vê se está faltando alguma coisa para questionar [naquele modelo]” (EI- Maria).

Dois alunos, Janaína e Roberto, além de aprenderem a identificar as limitações dos modelos pictóricos contidos nos livros didáticos, foram capazes de estabelecer relações entre esta aprendizagem e suas atuações como futuros professores de ciências. Maria afirmou que, no futuro, quando fosse dar aulas, seria necessário se preparar estudando previamente o modelo a ser ensinado a fim de perceber “todas as falhas ou o que ele [o modelo] poderia exemplificar ...ver os pontos fracos e fortes do modelo para poder trabalhar com ele.” Por fim, Janaína comentou, preocupada com o entendimento dos discentes “acho que deveria ter uma orientação maior em relação aos modelos que são colocados nos livros, mesmo porque [eles] têm falhas” (EI- Janaína), referindo-se à necessidade do professor alertar os alunos para o conteúdo e forma de apresentação dos modelos expressos em figuras nos livros didáticos. Roberto, também interessado na compreensão dos modelos pelos alunos, disse que a atividade o fez refletir sobre seu papel como futuro professor, dizendo que “quando for dar aulas vou saber pegar um modelo que atenda à necessidade do aluno e não um modelo que eu ache melhor” (EI – Roberto).

Os exemplos acima citados evidenciam que a atividade de análise crítica de modelos pictóricos contidos em livros didáticos propiciou que os alunos aprendessem a identificar as limitações dos modelos didáticos do Ensino Fundamental. Dois licenciandos também refletiram sobre suas futuras práticas didáticas como professores de ciências, evidenciando a intenção de usar os modelos de forma sistematizada quando professores.

DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dessa pesquisa nos permitiram identificar o papel de uma unidade de ensino sobre modelos e o uso de modelos no Ensino de Ciências na formação de licenciandos de Biologia. Dois componentes da unidade foram apontados pelos participantes como relevantes em sua aprendizagem sobre o assunto: os artigos científicos usados para embasar a teoria e prática com modelos em sala de aula e a análise de modelos pictóricos contidos em livros didáticos.

Nossa análise revelou que os licenciandos estudados conferiram um papel basicamente pedagógico para o uso de modelos em sala de aula. Esse resultado reforça os de Justi e Gilbert (2002a, 2002b, 2003b) quando relatam que os professores pesquisados por eles perceberam os modelos como ferramentas úteis para facilitar a aprendizagem de conteúdo científico por seus alunos. No caso de nossos licenciandos, a preocupação com o uso pedagógico dos modelos talvez possa ser justificada pelo fato de a pesquisa ter acontecido em uma disciplina de métodos de ensino de ciências. Em geral, espera-se de cursos tais como este, aprender técnicas e métodos de ensino que contribuam para a formação de um profissional bem preparado para atuar em sala de aula.

Os resultados também revelaram que os licenciandos pesquisados se mostraram sensibilizados em relação ao uso sistematizado dos modelos em sala de aula. Para eles, não é suficiente usar os modelos para facilitar a compreensão do conteúdo científico por seus futuros alunos, existem algumas etapas ou passos para o seu bom uso.

Em relação ao papel da análise de modelos pictóricos contidos em livros didáticos, os resultados apontaram para o fato de os licenciandos terem adquirido a capacidade de pensar

criticamente sobre os modelos. Essa aprendizagem, em conjunção com as acima descritas, nos faz supor que o profissional formado com esta unidade terá mais instrumentos para o desenvolvimento do raciocínio crítico, no qual ele mesmo se engajou, com seus próprios alunos.

Os resultados dessa pesquisa, entretanto, precisam ser tomados com cautela dado o contexto onde aconteceu e a pequena quantidade de participantes. Mais estudos precisam ser desenvolvidos com outras turmas de licenciandos em Biologia para dar suporte às conclusões aqui inferidas.

Acreditamos que, apesar de não termos coletado dados sobre a percepção dos estudantes sobre essa pesquisa, o fato de a realizarmos em contato com os alunos enquanto professoras-pesquisadoras em sala de aula, promoveu o aprendizado de que a pesquisa em educação é uma prática viável e pode ser também utilizada pelos futuros licenciados em suas próprias sala de aula. Adicionalmente, ao desenvolvermos uma pesquisa pautada pela ética na coleta e confidencialidade dos dados, esperamos ter “modelado”, para eles, muito mais do que procedimentos didáticos sobre o uso de modelos, mas também sobre o modo de como fazer uma pesquisa participante.

REFERÊNCIAS

Brasil. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 1996.

Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução CNS nº. 196/96. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/comissao/conep/resolucao.html>>. Acesso em: 10 maio 2007.

Boulter, Carolyn J.; Buckley, Barbara C. Constructing a typology of models in science education. In: Gilbert, John K.; Boulter, Carolyn J. **Developing models in science education**. Netherlands: Kluwer, 2000. p. 41-57.

Crawford, Barbara A.; Cullin, Michael, J. Supporting prospective teachers' conceptions of modeling in science. **International Journal of Science Education**. London, v. 26, n. 11, p. 1379-1401, sep. 2004.

Denzin, Norman K. **Sociological methods: A sourcebook**. 2nd. Ed. New York: McGraw-Hill, 1978.

Ferraz, Daniela F.; Terrazan, Eduardo A. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 213-227, 2003.

Ferreira, Louise B. M. **The role of a science story, activities and dialogue modele on Philosophy for Children in teaching basic science process skills to fifth graders**. 2004. 216 p. Dissertation (Doctor of Education) – Center of Pedagogy, Montclair State University, Upper Montclair, New Jersey, 2004.

Ferreira, Poliana F.; Justi, Rosária. Atividades de construção de modelos e ações envolvidas. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas do V ENPEC**. Bauru: ABRAPEC, 2005. p.1-12.

Gilbert, John; Boulter, Carolyn. Models and modeling in science education. In: FRASER, Barry; TOBIN, Kenneth (Org.). **International handbook of science education**. Dordrecht: Kluwer, 1998. p. 53-66.

Harrison, Allan G. **Evaluation of a model for teaching analogies in secondary science.** 1993. 144 p. Thesis (Master of Science) - Science and Mathematics Education Centre, Curtin University of Technology, Sydney, 1993.

Harrison, Allan G.; Treagust, David F. A typology of school science models. **International Journal of Science Education.** London, v. 22, n. 9, p.1011-1026, jan. 2000.

Justi, R. e Gilbert, J. Investigating teacher's ideas about models and modeling: Some issues of authenticity. In: FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION, 2003, Noordwijkerhout. **Proceedings.** Noordwijkerhout: August 2003a.

Justi, Rosária S.; Gilbert, Jhon K. Teachers' views on the nature of models. **International Journal of Science Education.** London, v. 25, n. 11, p. 1369-1386, nov. 2003b.

Justi, Rosária S.; Gilbert, John K. Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modeling in learning science. **International Journal of Science Education.** London, v. 24, n. 4, p. 1273-1292, dez. 2002a.

Justi, Rosária S.; Gilbert, John K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education.** London, v. 24, n. 4, p. 369-387, abr. 2002b.

Lipman, Matthew. **Pimpa.** São Paulo: Difusão Nacional do Livro, 1993.

Lipman, Matthew. **Em busca do significado:** Manual do professor que acompanha Pimpa. São Paulo: Difusão Nacional do Livro, 1996.

Marshall, Catherine.; Rossman, Gretchen B. **Designing qualitative research.** 3rd ed. London: Sage, 1999.

Miles, Matthew B.; Huberman, Alan M. **Qualitative data analysis.** 2nd ed. London: Second, 1994.

Oliveira, Rosemary R; Abreu, Maria Alice F. A construção de modelos anatômicos pelo aluno: Uma proposta de ação pedagógica alternativa. In Nardi, Roberto.; Bastos, Fernando.; Diniz, Renato E. (Org.). **Pesquisa em ensino de ciências:** Contribuição para a formação de professores. São Paulo: Escrituras Editora, 2004. p. 133-151.

Shagoury, Ruth; Power, Brenda. **The art of classroom inquiry:** A Handbook for Teacher-Researchers. New York: Heinemann, 2003.

Watson, James D. **The double helix:** A personal account of the discovery of the structure of DNA. New York: Simon & Schuster, 1968.

Windschitl, Mark.; Thompson, J. Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. **American Educational Research Journal**, v. 43, n. 4, p. 783-835, winter 2006.

Wiseman, Douglas C. **Research strategies for education**. Albany, NY: Wadsworth, 1999.