

PROPOSTAS INTERATIVAS

NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA
E TECNOLÓGICA

:: organizadores ::

REGINA MARIA RABELLO BORGES

NARA REGINA DE SOUZA BASSO

JOÃO BERNARDES DA ROCHA FILHO





**PROPOSTAS
INTERATIVAS
NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA
E TECNOLÓGICA**



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

Chanceler

Dom Jaime Spengler

Reitor

Joaquim Clotet

Vice-Reitor

Evilázio Teixeira

Conselho Editorial

Presidente

Jorge Luis Nicolas Audy

Diretor da EDIPUCRS

Gilberto Keller de Andrade

Editor-Chefe

Jorge Campos da Costa

Agemir Bavaresco

Augusto Buchweitz

Carlos Gerbase

Carlos Graeff-Teixeira

Clarice Beatriz da Costa Söhngen

Cláudio Luís C. Frankenberg

Érico João Hammes

Gleny Terezinha Guimarães

Lauro Kopper Filho

Luiz Eduardo Ourique

Luis Humberto de Mello Villwock

Valéria Pinheiro Raymundo

Vera Wannmacher Pereira

Wilson Marchionatti

Regina Maria Rabello Borges
Nara Regina de Souza Basso
João Bernardes da Rocha Filho
(Organizadores)

**PROPOSTAS
INTERATIVAS
NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA
E TECNOLÓGICA**



ediPUCRS

Porto Alegre, 2015

© EDIPUCRS, 2015

Versão Eletrônica da 1ª Edição impressa no anos de 2008;

CAPA Vinícius Xavier

PREPARAÇÃO DOS ORIGINAIS Eurico Saldanha de Lemos

REVISÃO FINAL da autora

EDITORÇÃO ELETRÔNICA VS Digital



EDIPUCRS – Editora Universitária da PUCRS

Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 33

Caixa Postal 1429 – CEP 90619-900

Porto Alegre – RS – Brasil

Fone/fax: (51) 3320 3711

e-mail: edipucrs@pucrs.br - www.pucrs.br/edipucrs

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P695 Propostas interativas na educação científica e tecnológica [recurso eletrônico] / Regina Maria Rabello Borges, Nara Regina de Souza Basso, João Bernardes da Rocha Filho (Org.). – Dados Eletrônicos. – Porto Alegre : EDIPUCRS, 2015.
188 p.

Modo de Acesso: <<http://www.pucrs.br/edipucrs>>

ISBN 978-85-397-0790-4

1. Educação. 2. Ciências – Ensino Fundamental.
3. Matemática – Ensino Fundamental. I. Borges, Regina Maria Rabello. II. Basso, Nara Regina de Souza. III. Rocha Filho, João Bernardes da.

CDD 372.3

Ficha Catalográfica elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação da BC-PUCRS.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfilmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial, bem como a inclusão de qualquer parte desta obra em qualquer sistema de processamento de dados. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do *Código Penal*), com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenizações diversas (arts. 101 a 110 da Lei 9.610, de 19.02.1998, Lei dos direitos Autorais)

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO DE SUBSÍDIOS NO CONTEXTO DE UM PROJETO.....	7
	<i>Regina Maria Rabello Borges</i>	
	<i>Nara Regina de Souza Basso</i>	
	<i>João Bernardes da Rocha Filho</i>	
2	DESAFIOS DA REALIZAÇÃO DA TRANSDISCIPLINARIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	13
	<i>Regina Maria Rabello Borges</i>	
	<i>Nara Regina de Souza Basso</i>	
	<i>João Bernardes da Rocha Filho</i>	
3	EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O EDUCAR PELA PESQUISA: REFLEXÕES SOBRE A QUALIFICAÇÃO DA ÉTICA AMBIENTAL	23
	<i>Ricardo Carlos Bins Neto</i>	
	<i>Valderez Marina do Rosário Lima</i>	
4	EXPERIÊNCIAS DE INICIAÇÃO À PESQUISA DE MESTRANDOS E CONTRIBUIÇÕES DA DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS À SUA FORMAÇÃO.....	37
	<i>Suzana Maria Coelho</i>	
	<i>Juliana Mariani Santos</i>	
	<i>Rita Mara Bueno Timm</i>	
5	INCLUSÃO ESCOLAR: UM DESAFIO À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	47
	<i>Rosana Maria Gessinger</i>	
6	A PROBLEMATIZAÇÃO NECESSÁRIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E O LIVRO DIDÁTICO.....	61
	<i>Maurivan Güntzel Ramos</i>	

7	AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE BIOLOGIA.....	77
	<i>Leandro Duso</i>	
8	A COMPREENSÃO DO CONCEITO DE FUNÇÃO COM O RECURSO DA PLANILHA.....	93
	<i>Elisabete Rambo Braga</i>	
	<i>Lori Viali</i>	
9	O SENSORIAMENTO REMOTO COMO RECURSO PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.....	115
	<i>Juliana Mariani Santos</i>	
	<i>Regis Alexandre Lahm</i>	
	<i>Regina Maria Rabello Borges</i>	
10	EXPERIMENTAÇÃO COM ANIMAIS NÃO-HUMANOS: ANÁLISE CRÍTICA SOBRE O VALOR ÉTICO DESTA PRÁTICA	129
	<i>Anamaria Gonçalves dos Santos Feijó</i>	
11	AS ATITUDES E AS CRENÇAS EM RELAÇÃO À MATEMÁTICA: REFLEXOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM	143
	<i>Vivian Regina Marmitt</i>	
	<i>João Feliz Duarte de Moraes</i>	
	<i>Nara Regina de Souza Basso</i>	
12	PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS QUE FUNDAMENTAM A PRÁTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA....	155
	<i>Maurivan Güntzel Ramos</i>	
	<i>Márcio Freschi</i>	
	<i>Fernanda Moser</i>	
13	INTEGRAÇÃO DE PROPOSTAS, CONTÚDOS E METODOLOGIAS APRESENTADAS NOS DIVERSOS CAPÍTULOS.....	173
	<i>Regina Maria Rabello Borges</i>	
	<i>Nara Regina de Souza Basso</i>	
	<i>Jáo Bernardes da Rocha Filho</i>	

APRESENTAÇÃO DE SUBSÍDIOS NO CONTEXTO DE UM PROJETO

*Regina Maria Rabello Borges*¹

*Nara Regina de Souza Basso*²

*João Bernardes da Rocha Filho*³

O projeto *Observatório da Educação, Museu Interativo e Educação em Ciências: relações construtivas*, apoiado pela CAPES⁴ e também pela FAPERGS⁵, envolveu um conjunto de pesquisas realizadas no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEDUCEM/PUCRS) e uma no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC). As pesquisas, que constituem projetos individuais de pós-graduandos reunidas no projeto unificado do núcleo PUCRS/UFSC do Observatório da Educação, são voltadas à melhoria da educação básica de Ciências e Matemática. Envolvem propostas interativas e interdisciplinares e têm, como ponto de partida, a avaliação da situação educacional no Sul do país, por meio de consultas aos bancos de dados do INEP⁶.

¹ Licenciada e bacharelada em História Natural, mestrada em Educação e doutorada em Educação. É professora adjunta da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, atuando na Faculdade de Biociências e na Faculdade de Física, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, do qual é coordenadora. E-mail: rborges@puers.br.

² Graduada em Química, mestrada em Química e doutorada em Química. É professora adjunta da Faculdade de Química e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: nrbass@puers.br

³ Licenciado em Física, especialista em Metodologia do Ensino Superior, especialista em Psicossomática, mestre em Educação e doutor em Engenharia, é professor titular da Faculdade de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS. E-mail: jbrfilho@puers.br.

⁴ CAPES: *Central de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior* (por meio de recursos para Custeio e Bolsas de Mestrado)

⁵ FAPERGS: *Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul* (mediante concessão de Bolsa de Iniciação Científica – BIC – ao projeto).

⁶ INEP: *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira*.

Uma produção paralela a esta, com os mesmos organizadores, apresenta capítulos sobre essas pesquisas. Este livro⁷ não se relaciona diretamente às pesquisas, mas contém subsídios teóricos e metodológicos importantes que as fundamentam, podendo embasar também outros estudos.

Os textos que fazem parte do livro podem ser lidos independentemente da seqüência em que foram organizados. Para auxiliar a escolha do leitor, que poderá estabelecer sua própria seqüência, conforme o interesse pelos temas propostos nos diversos capítulos, estes são descritos a seguir, de modo resumido.

O capítulo 2, denominado *Desafios da realização da transdisciplinaridade na educação básica em Ciências e Matemática*, apresenta a transdisciplinaridade como alternativa viável para a solução dos problemas enfrentados na atualidade, no contexto do ensino médio de Física, Química, Biologia e Matemática, caracterizado principalmente pela rejeição dos estudantes. A transdisciplinaridade é confrontada com a pluridisciplinaridade, a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade, de forma a acentuar as semelhanças e diferenças entre estas denominações, com ênfase na atitude transdisciplinar como forma de reversão do quadro de esvaziamento dos cursos de licenciatura nestas áreas.

O capítulo 3, denominado *Educação ambiental e o educar pela pesquisa: Reflexões sobre a qualificação da ética ambiental*, apresenta a educação ambiental como forma de promoção da reflexão sobre a ação humana na natureza, explicitando os termos de regulamentação desta ação educativa. O capítulo também apresenta a Educação Pela Pesquisa como um modo eficaz de promover a Educação Ambiental, na medida em que aquela promove a capacidade de argumentação, de crítica e de comunicação, necessárias para a disseminação de uma cultura ecológica na sociedade, traduzida como formação de ecocidadãos.

O capítulo 4, denominado *Experiências de iniciação à pesquisa de mestrandos e contribuições da didática das ciências à sua formação*, apresenta a formação de professores-pesquisadores como ação fundamental para o desenvolvimento da ciência e da educação no país. O capítulo relata atividades de ensino de eletricidade, especialmente envolvendo o estudo de concepções sobre o meio ambiente e a experimentação em ciências físicas, com alunos cursando Educação de Jovens e Adultos, no contexto formativo de mestrandos que vivenciaram a formação pela pesquisa. Esta vivência

⁷ Este livro foi produzido com apoio da CAPES, Central de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, entidade do governo Brasileiro voltada para a formação de recursos humanos.

foi realizada, primeiramente, por meio de leitura, análise e discussão de artigos e textos de autores franceses, ou influenciados por suas idéias e, posteriormente, aplicaram os conhecimentos teóricos adquiridos no desenvolvimento de seus projetos com realização de pesquisa de campo.

O capítulo 5, denominado *Inclusão escolar: Um desafio à educação Matemática*, apresenta um histórico da construção da percepção da necessidade da promoção de atividades inclusivas no contexto educacional brasileiro, especialmente em relação ao ensino de Matemática. A autora também discorre sobre o papel do professor na promoção da inclusão, e propõe uma reflexão sobre a questão da inclusão ser, ou não, considerada como utópica.

No capítulo 6, denominado *A problematização necessária no ensino de ciências e o livro didático*, o autor discorre sobre a importância das perguntas do professor e dos alunos no início dos procedimentos didático-pedagógicos, tanto as formuladas no contexto da apresentação dos assuntos nos diferentes capítulos dos livros didáticos, como as relativas aos trabalhos escolares. O texto defende que ambas têm uma função epistêmica importante, pois colocam os participantes do espaço e tempo da aula em confronto com o que sabem e com o que não conhecem, promovendo a aprendizagem também por meio do confronto de cada ator com o pensamento do outro. Também se discute o papel do livro didático, que pouco tem utilizado as oportunidades de problematização que os conteúdos permitem.

O capítulo 7, denominado *Ambientes virtuais de aprendizagem no ensino de Biologia*, traz a discussão da revolução informática na sociedade, argumentando que ao professor cabe desenvolver novos meios de utilizar os recursos eletrônicos em favor da melhoria da educação. O texto apresenta o interacionismo, como alternativa ao empirismo, pois na cultura de rede o foco educacional deve estar na interação, na construção do conhecimento, no desenvolvimento de habilidades e competências, sempre respeitando o ritmo de desenvolvimento do estudante. O autor mostra que a cultura do isolacionismo ainda é presente na formação de professores, e apresenta algumas ferramentas utilizadas na construção de ambientes virtuais de aprendizagem.

O capítulo 8, denominado *A compreensão do conceito de função com o recurso da planilha*, apresenta a Teoria de Duval, sobre a construção do conceito de função, e as planilhas eletrônicas como ferramentas para a elaboração de estratégias didáticas para o desenvolvimento de diferentes modos de representações usadas no estudo das funções. O capítulo também apresenta um exemplo de utilização de uma planilha eletrônica para

o ensino de funções do primeiro grau, discutindo diversas atividades para este fim.

O capítulo 9, denominado *O sensoriamento remoto como recurso para a educação científica e tecnológica*, expõe o uso de avaliações de ecossistemas por meio da utilização de imagens geradas a partir de dados geotecnológicos obtidos de satélites, como estratégia útil tanto para a formação de professores das áreas científicas, quanto diretamente na educação científica escolar. O texto apresenta o sensoriamento remoto como uma tecnologia que permite a visualização de informações fotográficas em diversos comprimentos de onda de certa região, sem a necessidade de que o observador esteja presencialmente envolvido na captura destas imagens. Uma parte do capítulo se destina ao esclarecimento do conceito de bioma, e conclui apresentando e discutindo as impressões declaradas dos estudantes participantes na pesquisa associada.

O capítulo 10, denominado *Experimentação com animais não-humanos: Análise crítica sobre o valor ético desta prática*, aborda aspectos históricos e contemporâneos do uso de animais na ciência, da filosofia da moral e de aspectos da educação envolvidos com o uso de animais. O texto toma o rumo da formação de profissionais, discutindo os princípios de respeito à vida presentes na *Animal Ethics*, que devem nortear o trabalho dos pesquisadores e professores desta área. A autora parte das idéias dos mais conceituados estudiosos internacionais sobre o tema, argumentando inclusive sobre a sensibilidade animal e a Teoria dos Três Erres.

O capítulo 11, denominado *As atitudes e as crenças em relação à Matemática: Reflexos no processo de ensino e aprendizagem*, apresenta uma discussão envolvendo pesquisas sobre as concepções, crenças e atitudes em Educação Matemática, trazendo à tona argumentos sobre a influência destas sobre as práticas pedagógicas dos professores. O texto também apresenta resultados de uma pesquisa sobre o tema, realizada no contexto do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS.

O capítulo 12, denominado *Princípios metodológicos que fundamentam a prática de professores de Ciências e Matemática*, relata uma investigação realizada com trinta professores de Ciências e Matemática, mestrandos de um programa de pós-graduação, que estão buscando a ampliação das percepções teóricas e de sua qualificação profissional, além de demonstrarem mobilização para aprender. A pesquisa teve por objetivo identificar os princípios que fundamentam e subjazem à ação desses sujeitos em suas atividades de sala de aula, partindo da seguinte indagação:

Que princípios fundamentam a prática de sala de aula de professores de Ciências e Matemática em relação aos procedimentos metodológicos? Os depoimentos dos professores foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2007).

O capítulo 13, denominado *Integração de propostas, conteúdos e metodologias apresentados nos diversos capítulos*, faz uma síntese que integra as diversas perspectivas apresentadas no livro, congregando-as inicialmente em seis temas gerais e, por fim, em dois eixos.

DESAFIOS DA REALIZAÇÃO DA TRANSDISCIPLINARIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

*Regina Maria Rabello Borges*¹

*Nara Regina de Souza Basso*²

*João Bernardes da Rocha Filho*³

1. Introdução

Dada a necessidade de mudanças de ação da escola tradicional, que já não consegue dar conta da formação científica adequada dos jovens de nossa época, em um projeto de pesquisa iniciado em 2007 na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, ainda não publicado, pesquisadores estabeleceram contatos com professores de Física das escolas públicas e privadas da Região Metropolitana de Porto Alegre, de maneira a criar elos de comunicação que permitissem a descoberta de dados sobre a atuação do professor e dos alunos sob sua responsabilidade, especificamente em relação à ocorrência de indícios de ações interdisciplinares e atitudes transdisciplinares nesse nível de ensino. A pesquisa, que incluiu observações e entrevistas, mostrou, em seus resultados preliminares, que a quase totalidade dos professores sequer praticou a interdisciplinaridade em algum momento de sua carreira, e desconhece totalmente a transdisciplinaridade.

A ausência de ações interdisciplinares e de atitudes transdisciplinares entre os professores do Ensino Médio cria problemas que afetam todo o funcionamento escolar, especialmente amplificando a rejeição dos

¹ Licenciada e bacharelada em História Natural, mestrada em Educação e doutorada em Educação. É professora adjunta da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, atuando na Faculdade de Biociências e na Faculdade de Física, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, do qual é coordenadora. E-mail: rborges@pucrs.br.

² Graduada em Química, mestrada em Química e doutorada em Química. É professora adjunta da Faculdade de Química e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: nrbass@pucrs.br

³ Licenciado em Física, especialista em Metodologia do Ensino Superior, especialista em Psicossomática, mestre em Educação e doutor em Engenharia, é professor titular da Faculdade de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS. E-mail: jbrfilho@pucrs.br.

alunos em relação às disciplinas que eles consideram *mais difíceis*, geralmente Matemática, Física, Química e Biologia, nesta ordem. Em síntese, a rejeição dos estudantes por estas disciplinas faz com que a procura pelas licenciaturas associadas se resuma a uma pequena fração da que seria necessária para atender a demanda por professores no Brasil. Há pouquíssimos licenciandos em ciências e cientistas em formação. O País sofre com esta situação, o que se depreende dos números dos órgãos federais responsáveis pelo gerenciamento da Educação nacional (MEC/CNE/CEB, 2007), mas este e outros estudos dos mesmos órgãos não indicam soluções que possam reverter a situação, e as propostas de ações emergenciais apresentadas são paliativas. Algumas delas, inclusive, têm potencial para piorar a situação no futuro, como por exemplo, a introdução de profissionais das áreas médicas e das engenharias para ocupar as vagas dos professores.

Ora, esses profissionais foram formados para exercer atividades de natureza distinta das do magistério, e não tiveram a preparação didático-pedagógica que um professor de Ensino Médio deve ter. Além disso, que razões há para esperar que um profissional técnico que, afinal de contas, não escolheu ser professor, e realiza essa tarefa por questões conjunturais, possa realizar um trabalho educativo que represente um incentivo para que os estudantes se decidam por carreiras no magistério? As soluções estruturais de longo prazo que, esperamos, venham desses mesmos órgãos, ainda não surgiram.

Frente a essa situação resta aos professores e gestores escolares uma reflexão: há algo que possa ser feito a respeito? Existe uma alternativa local com potencial para produzir efetivo aumento no interesse dos estudantes pelas ciências e pelas carreiras associadas? A interdisciplinaridade, proposta há quatro décadas, parece ser um caminho viável, mas esbarra em entraves humanos e da própria natureza da Ciência, deixando à deriva os professores. Soluções estapafúrdias, como a abertura da docência a profissionais de áreas tecnológicas podem levar à ampliação do caos, pois colocam a educação de nossos jovens nas mãos de técnicos sem formação humana e pedagógica adequada.

2. Interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e superespecialização

Os mesmos promotores originais da interdisciplinaridade propuseram a transdisciplinaridade ao se defrontarem com as limitações epistemológicas inevitáveis daquela, poucos anos mais tarde, mas o novo conceito

permaneceu no limbo acadêmico, com uma conotação francamente menos prática do que sua antecessora. Em parte, esse período de latência talvez se deva ao equívoco natural que a denominação do movimento, dada por Jean Piaget, produz quando se tem o primeiro contato com ela. O nome *trans* lembra muito mais *entre*, ou *em trânsito*, do que *além de*, e reforça o sufixo *disciplinaridade*, com a carga de limitações que este conceito possui (SOUZA, 2006). Há cerca de uma década, porém, um documento da UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, e do CIRET - Centre International de Recherches et d'Études Transdisciplinaires, liderado atualmente pelo físico Basarab Nicolescu, apontou definições mais claras do termo, e sua urgência perante a complexidade com que a Ciência, então, apresentava a natureza.

Estudos posteriores de Morin (1999, 2003), Nicolescu (1999), Silva (2001), Matos (2001), Random (2002), Paul (2002), Mello, Barros e Sommerman (2002), Soethe (2003), Sommerman (2006) e Rocha Filho, Basso e Borges (2007), mostraram que os problemas científicos e educacionais da era do conhecimento e da complexidade exigem uma plataforma simultaneamente disciplinar e não-disciplinar, e que a transdisciplinaridade é uma alternativa que se apresenta viável, inclusive para reverter o processo de esvaziamento das licenciaturas das ciências. A educação transdisciplinar aparece, assim, como um caminho possível no enfrentamento da situação caótica do ensino médio de Física, Química, Biologia e Matemática, mas seu pré-requisito é uma mudança de consciência dos professores, daí as dificuldades de sua instauração.

A descoberta contemporânea dos limites da especialização e das disciplinas, ainda que estas tenham impulsionado o desenvolvimento tecnológico disseminado na sociedade, mostrou que a justaposição ou acumulação de conhecimentos especialistas não é capaz de resolver os principais problemas humanos, pois não permite a unificação do saber no contexto da Complexidade (MORIN, 2005). As ciências se perdem no próprio avanço, e enquanto se aprofundam, a verticalização as afasta umas das outras, criando lacunas de conhecimento que não podem ser relevadas. Por isso a atualidade do *paradoxo do especialista*, criado por Bertrand Russel, filósofo e matemático inglês nascido em plena era vitoriana, que afirma que o especialista *é aquele que sabe tudo de nada, enquanto o generalista sabe nada de tudo*, ou da célebre frase de Edgar Morin, na qual ele lembra que o *especialista é aquele que sabe resolver somente o que já foi resolvido*.

A educação transdisciplinar apresenta-se, assim, como um dos meios para a redução dos prejuízos que a superespecialização causa à sociedade,

mas sua efetivação principia por uma mudança de consciência dos professores, para que estes se tornem capazes de formar alunos preparados para associar aspectos histórico-epistemológicos e éticos da educação científica, e principalmente sejam autores da aplicação destes conhecimentos.

3. Reação exagerada (overreaction)

Na medicina tradicional do ocidente freqüentemente a ação médica é *agressiva*, no sentido de que causa um desequilíbrio importante no organismo, na tentativa de rearranjá-lo para que volte ao equilíbrio. Essa *agressão* quase sempre se opõe ao objetivo a alcançar, que é a cura do paciente. As cirurgias, quimioterapias, radioterapias e desfibrilações são exemplos óbvios disso, entre outros, menos evidentes. Um simples osso quebrado pode exigir uma grande cirurgia, com um corte de vários centímetros, com anestesia geral, sangramento, implante de próteses metálicas, e todo o longo e doloroso processo de recuperação. A própria expressão *antibioticoterapia* traz em si a contradição sobre a qual escrevemos: É um tratamento *contra* (anti) a *vida* (bio), ainda que seja a dos micróbios, e não a nossa.

Para quem transita pelos princípios da lógica transdisciplinar e compreende a realidade como sendo composta por diferentes níveis cujo relacionamento é intrinsecamente complexo, e onde há sempre um terceiro incluído, estas são ações e métodos que soam naturalmente violentos, parecendo ignorar que os seres estão relacionados por cadeias sutis cuja ruptura leva invariavelmente a crises que podem se tornar perigosas. Os exemplos são muitos e ocupam as manchetes diariamente, especialmente os que envolvem a ecologia. No caso humano, é claro que nem sempre o organismo consegue voltar ao equilíbrio depois de uma doença seguida de uma ação terapêutica traumática, mas esse é o preço a pagar pelo nosso conhecimento, sempre finito. É o melhor que podemos fazer hoje. São os limites de nossa Medicina.

Curiosamente, agimos de forma semelhante na educação de nossos jovens, embora conheçamos estratégias melhores para formá-los e, portanto, não tenhamos a mesma justificativa dos médicos. Os métodos empregados para educar parecem corriqueiramente estar em oposição aos resultados que queremos alcançar. Por exemplo, embora desejemos que nossos alunos cresçam como seres críticos e criativos, o processo educacional freqüentemente é preestabelecido, rígido e uniforme em seus conteúdos e métodos.

Na Medicina o sucesso desta ação agressiva é, provavelmente, maior, embora as falhas sejam mais contundentes, levando o paciente rapidamente à morte. Na educação, os *casos perdidos* - uma parcela significativa dos estudantes - não são *enterrados* imediatamente. Ao contrário, os *pacientes* desta má educação sobrevivem, em geral, carregando suas deficiências por toda a vida, fazendo uso restrito de suas capacidades e potencialidades.

A transdisciplinaridade aplicada ao ensino das ciências é, assim, uma tentativa de ultrapassar as contradições que limitam o alcance da educação científica e sua capacidade de produzir seres melhores. Ainda que entendamos que a transdisciplinaridade é uma opção interessante, ela não poderá ser imposta, e o método de sua disseminação não poderá ser semelhante ao da ração gordurosa que os produtores do *fois gras* enfiam pela garganta de seus miseráveis gansos. A transdisciplinaridade é fundamentalmente uma atitude, e como tal serve apenas de baliza para a efetiva implantação de métodos educacionais que visam suprimir as lacunas da especialização, formando pessoas capazes de trabalhar em equipes que atuem cooperativamente.

4. Compreendendo a transdisciplinaridade

Não é possível compreender a transdisciplinaridade sem deixar plenamente estabelecido o que ela não é, e isso pode ser alcançado pela sua contraposição à pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade e interdisciplinaridade. Embora os autores geralmente não concordem entre si quanto a essa classificação, como a transdisciplinaridade está fortemente vinculada a Basarab Nicolescu, pela redação do *Manifesto da Transdisciplinaridade* (1999) e coordenação do Centro de Estudos Transdisciplinares, em Paris, vamos adotar suas idéias como base conceitual para a construção de uma distinção útil e prática.

A pluridisciplinaridade é o estudo de um único objeto por várias ciências. Um exemplo de ação pluridisciplinar ocorre quando um professor de Física, um de Química e um de Biologia resolvem usar a idéia central *Vida* como elo de coordenação entre suas ações didáticas. Assim, a *Vida* seria estudada sob vários prismas, dissecada em componentes. Esse é, sem dúvida, um método analítico que pode trazer benefícios aos alunos, pois é um passo na direção da construção de uma percepção complexa da realidade, e se contrapõe à *disciplinaridade feroz* que é associada a estas disciplinas no nível médio.

A multidisciplinaridade é o nome dado à criação de uma nova disciplina a partir da operação complexa de duas ou mais. Neste caso sempre se mantém a meta a ser atingida dentro dos limites disciplinares, e há declaradamente uma hierarquia operacional entre as disciplinas originais. Por exemplo, quando a Ciência se torna tão complexa que pode ser subdividida em várias áreas de investigação, cada uma delas pode ser uma nova disciplina, como por exemplo, Filosofia da Ciência ou História da Ciência. Nestes casos a Filosofia e a História são secundárias, pois apontam para a centralidade da Ciência, e ambas mantêm o caráter disciplinar tradicional.

A interdisciplinaridade é simplesmente a transferência de métodos de uma ciência para outra, resultando em novas áreas de conhecimento ou novas tecnologias. Como exemplos, podemos ter a transferência de métodos da Física Moderna para a Medicina, que resulta em novos tratamentos para câncer, ou da Física Matemática para a Meteorologia, que criou a Teoria do Caos.

Uma observação interessante é que, por essa classificação, as ações escolares que reúnem dois ou mais professores de diferentes disciplinas em torno de um tema comum são pluridisciplinares, e não interdisciplinares, como se costuma dizer. Fica claro, porém, que nem a pluridisciplinaridade, nem a multidisciplinaridade, nem a interdisciplinaridade podem dar conta da integração exigida para que o ensino de Ciências ganhe significado, e sabemos que elas são pouco mais que requisitos para a instauração da transdisciplinaridade.

Em primeiro lugar, é útil que o professor procure compreender a transdisciplinaridade na forma como ela foi proposta originalmente, e que observe as orientações oferecidas pela UNESCO para a educação do futuro. As informações que o professor pode buscar para instrumentalizar-se neste aspecto podem ser encontradas na Carta da Transdisciplinaridade, redigida por Edgar Morin, Basarab Nicolescu e Lima de Freitas, publicada a partir da reunião denominada *Primeiro Congresso Mundial de Transdisciplinaridade*, ocorrida no Convento de Arrábida, em Portugal, em novembro de 1994. Este documento foi complementado, posteriormente, pelo *Relatório Jacques Delors*, de 1996, publicado pela UNESCO, no qual são definidas as aprendizagens que devem ser buscadas pela educação do futuro. Em síntese, a UNESCO propõe que a educação deve proporcionar ao educando *conhecer, fazer, conviver e ser*.

A transdisciplinaridade é, portanto, uma forma de viver a educação que vai além das disciplinas, embora também as interpenetre e as inclua. A transdisciplinaridade, assim, não pode ser instituída ou assumida por uma

estrutura organizacional, mas é uma prerrogativa de seres humanos que se decidiram por ela e se instrumentalizaram para aprender permanentemente, respeitando todas as formas de manifestação cultural e científica, sem preconceitos. É um estado mental que distingue as pessoas que transitam entre diferentes níveis ou instâncias da realidade, que aceitam que sempre há um grau de contradição que não pode ser resolvido desde um único destes níveis, e que reconhecem que a natureza complexa da existência impede qualquer tentativa de simplificação do fenômeno humano ou do restante do mundo natural. Cada gesto destas pessoas, por conseguinte, é conscientemente constituído por um aspecto formal (o gesto, em si), um aspecto criativo (a razão do gesto) e um aspecto ético (as implicações do gesto), todos indissociáveis e produtores de conseqüências em múltiplos níveis da ação educativa.

5. O desafio da realização da transdisciplinaridade no ensino de ciências

A entrada da transdisciplinaridade na educação básica ocorre naturalmente pela via das ciências, na medida em que estas são responsáveis pelas modificações na compreensão de mundo que o ocidente viveu nos últimos séculos, de modo geral, e no último século, de modo especial. Assim, pode-se presumir que os professores das ciências estão capacitados a compreender mais rapidamente, e em maior profundidade, as implicações epistemológicas das descobertas científicas contemporâneas que fundamentam a noção de transdisciplinaridade.

A transdisciplinaridade não se constitui, entretanto, uma decorrência direta da ciência, já que se trata de uma modificação estrutural da percepção e da ação humanas, que recebeu contribuições expressivas também da filosofia, das religiões e das tradições perenes. Desse modo, os professores, assim como as demais pessoas envolvidas com educação, têm condições de entender, avaliar e aplicar em suas vidas os princípios da transdisciplinaridade, que têm potencial para beneficiar a instituição escolar modificando positivamente as ações dos professores, dos gestores, dos estudantes e de suas famílias. A transdisciplinaridade, entretanto, entra no sistema formal de educação por meio do professor. Esta é talvez a única certeza que se pode ter, simplesmente porque não existem instituições transdisciplinares e não é possível impor a transdisciplinaridade, seja por políticas públicas, seja diretamente entre indivíduos. Assim, assumindo que o caminho da educação do futuro não pode prescindir dessa transformação,

é o professor o agente capaz de levar a atitude transdisciplinar para a vida escolar.

Essa tarefa começa internamente ao professor, isto é, com o auto-conhecimento exigido para que se rompam as linhas divisórias entre os egos individuais dos seres. O processo é conhecido na Psicologia Analítica como *individuação*, e é uma espécie de caminho de autodescobrimento que a pessoa trilha enquanto se rompem as correntes do apego e as identificações com objetos e bens materiais, com os papéis que representa, e até com suas crenças. Esta etapa se assemelha ao propugnado por sendas de natureza espiritual, mas inclusive delas é preciso se libertar. O professor pode necessitar de ajuda para o cumprimento desta etapa, mas ele pode consegui-lo independentemente, pela meditação e pelo cuidado com seu corpo e com os alimentos que ingere.

O processo de autodescoberta é necessário à transdisciplinaridade porque o indivíduo excessivamente preso ao ego é incapaz de perceber as conexões sutis que se estabelecem entre os diferentes níveis da realidade, ou seja, não pode compreender a complexidade. Sem a autodescoberta permanece a predisposição ao entendimento do mundo como algo constituído de seres separados, levando o ser a momentos de reação ao gesto desse *outro* ilusório. Ao invés disso, o que se espera de um professor transdisciplinar é que simplesmente atue de acordo com seus princípios, livrando-se de impulsos reativos que obnubilam a percepção dos três pressupostos fundamentais da transdisciplinaridade, que são justamente relacionados à existência destes diferentes níveis, à complexidade inerente a toda compreensão, e à inclusão de um terceiro elemento em todo binário de oposição. Sem estar trilhando ativamente o caminho da individuação o professor, como ego independente, não conseguiria atuar dentro destes pressupostos.

Tendo dado o primeiro passo, o professor tende gradualmente a prescindir da imposição aos seus alunos das regras escolares relacionadas à disciplina e ao cumprimento de tarefas. O apelo à autoridade hierárquica torna-se desnecessário, e a educação das relações se dá unicamente pelo exemplo, e não pela admoestação verbal ou pela punição. Isso, evidentemente, torna inútil o grande conjunto de regras de conduta que regem a movimentação dos alunos e professores nas instituições educacionais. Quanto à aprendizagem de conteúdos formais, a transdisciplinaridade implica também a reformulação gradativa de métodos de ensino, pois o saber escolar deve estar a serviço do mundo que queremos, no qual todos não precisam saber tudo, mas precisam saber compartilhar o que sabem, trabalhando em conjunto.

A partir deste ponto a presença ativa de um agente transdisciplinar na escola produz mobilização de interesses nos estudantes, que vão aos poucos percebendo que aquele professor ocupa um papel especial, muito diferente dos tradicionais *professor bibliotecário*, que detém o conhecimento como se dele fosse proprietário, *professor instrutor*, que treina os alunos a repetir e memorizar até a exaustão, *professor juiz*, que avalia a aprendizagem e sentencia os que não atingem suas metas, *professor policial*, que investiga o comportamento de seus alunos e faz cumprir as normas escolares, e tantos outros tipos curiosos, se não fossem trágicos. Este novo professor é muito mais um guia cuja força resulta de sua atitude magnânima. Isso transparece nos gestos dos alunos, que passam gradativamente a demonstrar responsabilidade pelos seus atos, pela aprendizagem e pela busca e reconstrução do conhecimento.

Referências

MATOS, O. C. F. Ethos e amizade: a morada do homem. In: DOMINGUES, I. (Org.). *Conhecimento e Transdisciplinaridade*. Belo Horizonte: UFMG/IEAT, 2001, p.59-72.

MEC/CNE/CEB. Escassez de professores no Ensino Médio. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/escassez1.pdf>> Acesso em: 20/06/07.

MELLO, M. F.; BARROS, V. M.; SOMMERMAN, A. Introdução. In: SOMMERMAN, A.; MELLO, M. F.; BARROS, V. M. (Org.) *Educação e Transdisciplinaridade*. São Paulo: Triom, 2002. p.9-26.

MORIN, E. *Ciência com Consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 350p.

_____. *O Método 3: o Conhecimento do Conhecimento*. Porto Alegre: Sulina, 1999, 312p.

_____. *Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro*. São Paulo: Cortez – UNESCO, 2005, 118p.

NICOLESCU, B. *Manifesto da Transdisciplinaridade*. São Paulo: Trion, 1999, 167p.

PAUL, P. A imaginação como objeto do conhecimento. In: SOMMERMAN, A.; MELLO, M. F.; BARROS, V. M. (Org.) *Educação e Transdisciplinaridade*. São Paulo: Triom, 2002. p.123-154.

RANDOM, M. O território do olhar. In: SOMMERMAN, A.; MELLO, M. F.; BARROS, V. M. (Org.) *Educação e Transdisciplinaridade*. São Paulo: Triom, 2002. p.27-42.

ROCHA FILHO, J. B.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R. *Transdisciplinaridade: A Natureza Íntima da Educação Científica*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, 134p.

SILVA, E. M. P., E. Os caminhos da transdisciplinaridade. In: DOMINGUES, I. (Org.). *Conhecimento e Transdisciplinaridade*. Belo Horizonte: UFMG/IEAT, 2001, p.35-43.

SOETHE, J. R. Transdisciplinaridade e teoria da complexidade. In: SOUZA, I. M. L.; FOLLMANN, J. I. (Org.) *Transdisciplinaridade e Universidade*. São Leopoldo: UNISINOS, 2003. p.21-28.

SOMMERMAN, A. *Inter ou Transdisciplinaridade?* São Paulo: Paulus, 2006, 75p.

SOUZA, R. T. O grande desafio epistemológico do século XXI: a questão ética. In: DESAULNIERS, J. B. R. (Org.). *Responsabilidade Social & Universidade*. Porto Alegre: EDIPUCRS/ULBRA, 2006. p.31-44.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O EDUCAR PELA PESQUISA: REFLEXÕES SOBRE A QUALIFICAÇÃO DA ÉTICA AMBIENTAL

Ricardo Carlos Bins Neto¹

Valderez Marina do Rosário Lima²

1. Introdução

A preocupação com a saúde do ambiente tem sua origem em um contexto no qual a humanidade toma consciência pela primeira vez do dano que vinha causando ao meio natural, prevendo assim também as consequências de tal modo de agir na qualidade de vida das gerações vindouras. Tornou-se imprescindível, então, discutir mundialmente a ação humana, predatória e gananciosa ao extremo, sobre o ambiente e seus recursos naturais. Tem-se, portanto, nesta preocupação a gênese da Educação Ambiental (EA).

A EA surgiu com os objetivos de promover, na sociedade, a reflexão acerca da ação humana sobre a natureza, e de estimular a formulação coletiva de soluções a esses problemas. E desde os primórdios institucionais da EA o ensino formal foi considerado a dimensão fundamental para a realização de trabalhos envolvendo a temática do meio ambiente.

Recentemente, esse papel foi novamente considerado prioritário pela UNESCO, no documento ‘Plano Internacional de Implementação da Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável 2005-2014’. Tal documento (comumente referido como ‘a Década’) trata de um conjunto comum de objetivos e responsabilidades de governos,

¹ Graduado em Ciências Biológicas e mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: ricardobins_sapo@yahoo.com.br

² Graduada em Biologia, mestre e doutora em Educação pela PUCRS. Professora adjunta da Faculdade de Educação e do Mestrado em Educação em Ciências e Matemática; Coordenadora de Ensino e Desenvolvimento Acadêmico da Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: valderez.lima@pucrs.br.

organizações internacionais, sociedade civil, setor privado e comunidades locais, ao redor do mundo, na busca da mudança de atitudes e comportamentos da sociedade humana, visando ao compromisso prático de aprender a viver, respeitando todos os demais seres vivos e a natureza como um todo. A educação, em sua função de promover valores, atitudes, capacidades e comportamentos, é, portanto, considerada essencial para que nossas sociedades comprometam-se em manter a qualidade atual de vida, sem comprometer o futuro do ambiente e das próximas gerações (UNESCO, 2005),

Atualmente, no Brasil, a EA é vista como conteúdo fundamental a ser abordado na Educação Básica e Superior, sendo considerado tema transversal pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998). A Lei N. 9.795, que institui o Plano Nacional de Educação Ambiental, determina que o tema meio ambiente esteja presente ao longo de todo o processo educativo (BRASIL, 1999).

Localizamos, entretanto, grandes problemas na abordagem da temática ambiental, oriundos principalmente na forma como esta é apresentada e na proposta pedagógica na qual a EA encontra-se inserida.

A atual abordagem do tema meio ambiente conduz à quase exclusiva discussão a respeito de problemas ambientais, como desmatamento e poluição. E ao agir desta forma, a educação parece preocupar-se essencialmente em desenvolver nos alunos uma consciência ambiental sob a forma de conteúdo pronto e acabado, do tipo ‘não desmate, não polua’, assim como trabalha os demais conteúdos por meio do já muito criticado método tradicional de ensino, embasado na transmissão unidirecional de conhecimentos no sentido professor-aluno.

Não seria mais significativo à problemática ambiental, entretanto, colocar como foco de discussão as razões que subjazem ao modo como os seres humanos vêm interagindo com o restante da natureza, ao invés de somente repassar aos estudantes as atitudes consideradas positivas no relacionamento com o ambiente? A dimensão de conhecimentos abrangidos pela EA não comporta, afinal de contas, somente conhecimentos curriculares acerca de fenômenos químicos, físicos e biológicos.

Existe, no discurso social, uma série de visões sobre a relação entre o ser humano e a natureza. E o problema reside no fato de que na grande maioria das vezes essas concepções embasam-se em uma visão da espécie humana como independente do ambiente, e até mesmo em uma posição superior em relação às demais formas de vida. Tais visões de mundo, estritamente antropocêntricas e utilitaristas, oriundas dos paradigmas que

sustentam as sociedades e que são internalizadas pelo indivíduo em sua formação psíquica e cognitiva, justificam, de certa forma, a ação predatória do homem no meio, que já não é mais visto como *habitat*, e sim como fonte de recursos a ser explorada de forma incontrolada.

Para além dessa concepção, entendemos que EA pode ser considerada como uma atividade que visa essencialmente à reconstrução dos valores que orientam o ser humano em seu relacionamento com a natureza (ARAÚJO, 2003; CARVALHO, 2004; GRÜN, 2005; REIGOTA, 1995). Tendo o ser humano sempre interagido com o ambiente, e sendo o homem um animal racional, há tempos que nossas intervenções no meio estão suscetíveis de reflexões éticas.

Como educadores ambientais assumimos, então, a posição de que a EA deve ser trabalhada no sentido de problematizar as visões em relação à natureza. Isso porque na ética das relações com o meio – a ética ambiental – são as visões e concepções do indivíduo que orientarão a tomada de decisões, visando qualquer intervenção sobre o ambiente. (GRÜN, 2005). No presente texto propomo-nos a argumentar sobre a significância da adoção dos preceitos do educar pela pesquisa na abordagem da temática ambiental para desenvolver e qualificar a ética do ambiente.

2. Uma breve síntese sobre o educar pela pesquisa

O referencial teórico do educar pela pesquisa (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2004), cujas origens se encontram por sua vez em concepções construtivistas, nega o processo de ensino e aprendizagem como uma simples transmissão unidirecional de conhecimentos no sentido professor-aluno. Acredita-se que a aprendizagem é uma constante reconstrução de conhecimentos e que o discente, por intermédio da pesquisa e do questionamento reconstutivo, deve tornar-se sujeito do próprio aprendizado, deixando de ser mero objeto do processo educativo (SCHWARTZ, 2004).

As propostas pedagógicas que se fundamentam em tal referencial têm então como característica marcante o objetivo de sempre colocar, no foco de discussão, as idéias prévias e concepções dos indivíduos do grupo em relação aos temas discutidos. Este estímulo visa essencialmente a dar início ao movimento dialético tido como princípio fundamental de tais propostas, denominado ciclo do questionamento reconstutivo (DEMO, 1998) e composto de três momentos principais (Figura 1) que se alternam.

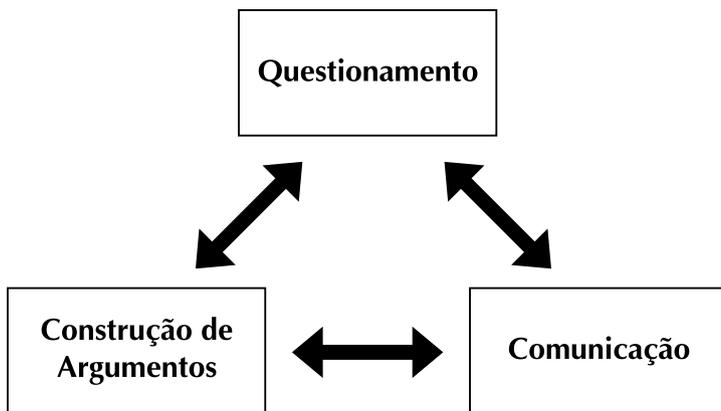


Figura 1. Momentos do educar pela pesquisa. Fonte: MORAES; GALIAZZI; RAMOS (2004).

No primeiro momento, o do questionamento em si, o conteúdo a ser abordado é problematizado e os sujeitos participantes são estimulados a exteriorizarem e a expressarem as suas concepções acerca do tema foco de discussão. Em seguida, por meio do diálogo, estas concepções são submetidas à crítica dos envolvidos no processo, e novos argumentos são construídos pela validação ou reconstrução dessas idéias prévias. Estes argumentos são, então, esquematizados em novas concepções sobre o assunto. A divulgação dessas concepções para além dos limites do grupo, na etapa chamada de comunicação dos resultados, possibilita sua análise crítica por outros sujeitos, iniciando-se assim novamente o ciclo de questionamento.

Em uma proposta desenvolvida por meio do questionamento reconstrutivo a discussão dos diferentes assuntos apresentados ao grupo de alunos pelo professor, e o constante incentivo à exposição das opiniões e pontos de vista próprios dos discentes, possibilita que os alunos não só exercitem a habilidade de se expressarem e serem compreendidos, como também a capacidade de ouvir ao outro. Desenvolvem-se assim as habilidades da crítica e do diálogo e possibilita-se a criação, em sala de aula, de um ambiente propício para o exercício do agir comunicativo, importante não só ao processo educativo, mas também à formação do aluno como indivíduo, conforme argumentamos a seguir.

3. O agir comunicativo: um exercício ao desenvolvimento da autonomia intelectual do aluno

Nas ações sociais coordenadas pelo diálogo, Habermas distingue dois tipos principais de ação: o agir estratégico, em que o sujeito utiliza-se da linguagem e do diálogo essencialmente para entendimento e controle da realidade pela razão; e o agir comunicativo, em que a interação com outros indivíduos pela fala visa basicamente ao entendimento e à compreensão mútuos (HABERMAS, 1989; BOUFLEUER, 1997).

O agir comunicativo é visto como uma das habilidades essenciais a ser desenvolvida no ensino escolar por dois motivos principais: primeiro, uma educação centrada no paradigma da ação comunicativa rompe com o tradicional e já há muito ultrapassado método tradicional de ensino, embasado na transmissão unidirecional de conhecimentos no sentido professor-aluno. Ela torna os discentes sujeitos responsáveis pela construção do próprio conhecimento, como efeito da interação com os outros sujeitos presentes no processo educativo (BOUFLEUER, 1997). Além disso, por demandar respeito à liberdade individual que cada sujeito tem de se expressar, o exercício do agir comunicativo também possibilita o desenvolvimento da autonomia intelectual dos discentes (FARIA, 2006).

No primeiro momento do questionamento reconstrutivo, quando o tema é problematizado e os alunos são estimulados a exteriorizarem seus conhecimentos prévios, dá-se início ao desenvolvimento da autonomia intelectual. Conforme escreve Demo (2002a, p. 124), “saber pensar começa, primeiro, com a habilidade de autocrítica: saber o quão pouco se sabe, reconhecer os limites do conhecimento”.

No segundo momento, quando os novos argumentos acerca do assunto em foco de discussão são construídos coletivamente, exercitamos nos alunos as habilidades da crítica e do diálogo e a capacidade de ponderar entre diferentes opiniões, e contribuimos assim para o desenvolvimento de outros importantes aspectos constituintes desta autonomia intelectual.

Em um mundo no qual a quantidade de informações disponíveis é cada vez maior, se torna cada dia mais necessário trabalhar a criticidade dos educandos. Conforme afirma Silva (1998, p. 23), “as ações humanas acontecem sempre numa confluência complexa de circunstâncias, no meio das quais é preciso discernir o modo correto de agir”. Estimulamos assim a formação do aluno como sujeito, o que também é considerado objetivo fundamental do ensino escolar. Um dos pilares da Educação, segundo o Relatório Delors, elaborado pela UNESCO, afinal de contas, é o aprender

a ser: “*Todo ser humano deve ser preparado para a autonomia intelectual e para uma visão crítica da vida, de modo a poder formular seus próprios juízos de valor, desenvolver a capacidade de discernimento e como agir em diferentes circunstâncias da vida.*” (WERTHEIN, 2005, p. 23)

O desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos também é importante para a sua atuação como sujeitos ambientalmente éticos. Conforme argumenta Werthein “a ética não pode ser ensinada por intermédio de lições morais. Seu ensino deve abarcar o desenvolvimento conjunto das autonomias individuais” (2005, p. 27). Além disso, o estímulo ao exercício da autonomia intelectual também é indispensável na formação de sujeitos atuantes socialmente, assunto que discutiremos no próximo tópico.

4. Formando ecocidadãos

Segundo Castro e Baeta, “a escola, por intermédio da cooperação e do favorecimento da construção da autonomia intelectual, poderá construir um sujeito capaz de exercer a sua cidadania, pressuposto básico da Educação Ambiental” (2005, p. 106). Quando trabalhamos no desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos contribuimos no processo de formação de um indivíduo que, ao tornar-se sujeito e posicionar-se criticamente frente ao discurso coletivo, terá voz ativa na sociedade. Reconhecerá assim que não é um mero objeto a ser manipulado pelas concepções dos paradigmas vigentes, percebendo também a responsabilidade de suas ações sobre a natureza.

Soma-se isso o incentivo a que os alunos construam a concepção de interdependência entre todas as formas de vida, assim como o respeito às formas distintas da espécie humana - pois há de se distinguir, conforme proposto por Regan (1981, apud GRÜN, 1994), uma ética para o uso do ambiente, uma ética ambiental genuína, na qual o ser humano possa atuar no ambiente “[...] com respeito ao coletivo, à felicidade, à vida e à dignidade de todos outros seres, visando à promoção da paz e da justiça.” (ARAUJO, 2003, p. 44). É importante promover a formação de um senso maior que o de cidadania: o de *ecocidadania*, que corresponde a *uma ética ecológica*, ampliando

[...] as dimensões presentes na concepção clássica de cidadania, como direitos civis, políticos e sociais, na medida em que se insere a busca e defesa por direitos humanos e pelas demais formas vivas; o senso de responsabilidade

social e relativa à natureza; e o senso de pertencimento a uma sociedade global. (LOUREIRO, 2000 apud CASTRO; BAETA, 2005, p. 103)

Além do ponto de vista de formação do aluno como cidadão, o exercício do agir comunicativo também se torna significativo à questão ambiental pela estruturação de um ambiente de compartilhamento de subjetividades entre os indivíduos, conforme discorremos em seguida.

5. A importância da subjetividade compartilhada

O questionamento reconstrutivo e o conseqüente exercício do agir comunicativo permitem que se construa em sala de aula um ambiente caracterizado pelo compartilhamento das subjetividades dos indivíduos participantes. Conforme afirma Bouffleuer,

[...] no agir comunicativo pressupõe-se que os participantes possam chegar, por manifestações de apoio ou de crítica, a um entendimento acerca do saber que deve ser considerado válido para o prosseguimento da interação. Nesse caso, as convicções intersubjetivamente compartilhadas constituem um potencial de razões que vinculam os sujeitos em termos de reciprocidade (1997, p. 24).

Mas qual a significância desse ambiente de subjetividades compartilhadas aos trabalhos em EA?

Segundo Guattari (2001), a complexidade atual da questão ambiental demanda sua abordagem sob três focos, que ele denominou três ecologias: a ecologia do ambiente, para a tematização dos problemas ambientais sob o ponto de vista da Ecologia, a ciência propriamente dita, que estuda, de modo geral, a organização e funcionamento de nossos ecossistemas; a ecologia social, para a crítica à organização social humana e suas implicações no relacionamento com o ambiente; e a ecologia da subjetividade humana, para a discussão justamente daquelas visões, em relação ao ambiente, presentes historicamente no pensamento humano.

Encontramos no discurso coletivo uma série de visões em relação à natureza e ao mundo como um todo que são de suma importância para o desenvolvimento de uma ética ambiental. Essas concepções encontram-se presentes em diversos âmbitos da cultura humana e também em cada indivíduo, como integrante de uma sociedade que tende a ser cada vez mais

única, globalizada, na qual o discurso social quase já não encontra mais barreiras.

Refleta-se, entretanto, sobre o fato de, muitas vezes, ser necessária a crítica externa para que haja o questionamento individual interno. A reconstrução de nossas próprias concepções demanda algum fator que nos abale internamente, que mexa com a nossa subjetividade, algo que, segundo Guattari, “se coloca atravessado à ordem normal das coisas – uma repetição contrariante, um dado intensivo que apela outras intensidades a fim de compor outras configurações existenciais.” (2001, p. 28).

Abordando-se os temas ambientais por meio do questionamento reconstrutivo permitimos aos alunos, ao exporem suas idéias ao grupo, não somente tornarem-se suscetíveis à validação ou reconstrução de suas próprias concepções, mas também atuarem como agentes na reestruturação das concepções dos outros indivíduos participantes do processo.

Há de se refletir, entretanto, sobre a importância da mediação desempenhada pelo professor nesse processo. Uma proposta centrada no questionamento reconstrutivo, no qual há a exteriorização das concepções individuais dos sujeitos e a conseqüente crítica a essas concepções, demanda a necessidade de construção de um ambiente livre de julgamentos pré-conceituais para o desenvolvimento do trabalho planejado. Um ambiente onde “as forças do melhor argumento – e não o argumento da força – é seu elemento-chave” (RASCO, 2004 apud FARIA, 2006, p. 76).

Do ponto de vista educativo, quando o professor propõe a abordagem dos conteúdos sob diferentes pontos de vista, reconhecendo que não há verdade absoluta na vida, pois a verdade é um jogo de poder entre sentenças conflitantes – ou, como diz Demo (2002b, p.22), “a verdade não é propriedade de ninguém e pode sempre ser discutida naquilo que depende de consenso para ser válida” - e trabalha neste sentido com seus alunos, promove também uma educação emancipatória.

A atuação do professor em sala é, portanto, essencial no desenvolvimento de uma proposta embasada no ensino e na aprendizagem por meio do educar pela pesquisa. Contribui-se assim, também, para a própria formação do professor, pois ensinar exige, afinal de contas, criticidade e rejeição a qualquer forma de discriminação (FREIRE, 2004).

Por fim, o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos também se torna significativo ao pensarmos na condição multifacetada da problemática ambiental, na qual cada reflexão ética acerca de determinada interação no ambiente é embasada por valores específicos àquele contexto.

6. A questão do contextualismo e a ética ambiental

Segundo Veiga-Neto (1994), a ética do ambiente tem se desenvolvido no cenário pós-moderno em um quadro bipolarizado: o pluralismo ético, em que os princípios utilizados diferem em função dos diversos contextos nos quais são aplicados, e o monismo moral, que segundo o autor, congrega maior número de adeptos. Concorde-se com Callicott, entretanto, quando este afirma que “nossa alternativa não é cair no monismo moral [...] pois não há como integrar, num sistema ético único, a imensa pluralidade de configurações que assume o Ambiente, nossos interesses e nossas preocupações.” (1993 apud VEIGA-NETO, 1994, p. 161).

A estruturação de uma única ética ambiental que possa ser aplicada universalmente torna-se inviável especialmente sob o prisma dos valores em relação ao meio. As diferentes visões de meio ambiente presentes no discurso coletivo muitas vezes são contraditórias, e não é possível agrupar visões que se contradizem em um mesmo conjunto de valores. Tais contradições estão presentes até mesmo no fundo teórico da EA.

Como exemplo disso, apresentamos duas correntes de pensamento antagônicas da EA: o conservacionismo e o naturalismo (SAUVÉ, 2005). A corrente naturalista está centrada na relação com o ambiente. Seus adeptos acreditam que o homem deveria voltar a viver de modo menos exploratório e mais integrado com a natureza. É reconhecido o valor intrínseco do meio, acima dos recursos ou do conhecimento que dele se possa extrair.

Já a corrente conservacionista ou recursionista tem como cerne da problemática ambiental a gestão dos recursos naturais, tanto no que diz respeito à qualidade quanto à quantidade. O ambiente é visto como fonte para a exploração de tudo aquilo que seja necessário à manutenção da qualidade de vida humana atual.

Assume-se, neste momento, o ‘dialetto’ utilizado pela ética denominado de contextualismo, que “defende a idéia de que cada caso deve ser analisado individualmente, dentro dos seus específicos contextos social, econômico e cultural.” (COSTA; GARRAFA; OSELKA, 1998, p. 16).

Ao trabalharmos no desenvolvimento da ética do ambiente com nossos alunos é de suma importância, portanto, que se procure também problematizar tal condição de contextualização, característica relacionada diretamente à principal crítica feita ao pluralismo ético (VEIGA-NETO, 1994): a dificuldade em articular situações em que as visões e as concepções de ambiente diferem.

Independentemente da posição assumida pelos alunos em tais reflexões exercitamos, neste momento, a habilidade crítica de refletir sobre diferentes decisões e suas respectivas conseqüências. Neste aspecto, novamente o estímulo ao desenvolvimento da autonomia intelectual e sua conseqüente criticidade vem a qualificar a ética ambiental dos alunos, preparando-os, assim, para o embate com as quimeras que a vida lhes incumbirá de solucionar.

7. Considerações finais

Ao longo deste texto, procuramos discutir a significância da adoção dos preceitos do educar pela pesquisa na abordagem da temática ambiental e no desenvolvimento de uma ética do ambiente. De uma forma geral, uma proposta de trabalho embasada no questionamento reconstrutivo, ao possibilitar o exercício do diálogo e da argumentação, contribui para o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos participantes e é indispensável para sua atuação como sujeitos críticos e éticos.

O desenvolvimento da ética do ambiente está intimamente ligado à formação de sujeitos que consigam posicionar-se criticamente frente ao discurso coletivo, pois a imposição de novos paradigmas começa pela desconstrução dos paradigmas atuais.

A escola transmite valores e deve assumir o desafio de proporcionar a seus alunos discussões que permitam a formação de sujeitos conscientes frente aos problemas mundiais. Para Papadopoulos (2005, p.24), “a escola está prestes a se tornar o principal instrumento de preservação e de transmissão de valores fundamentais, dos quais depende a coesão das sociedades futuras.”

A formação de um ambiente de discussão sobre os diferentes temas relacionados à EA também permite que os alunos atuem como agentes motivadores da (re)construção dos conhecimentos dos outros sujeitos do grupo, no momento em que novos argumentos são construídos coletivamente. O questionamento reconstrutivo mostra-se, portanto, ainda mais significativo quando desenvolvido em grupo. Concorda-se com Sato, Gauthier e Parigipe, quando afirmam que a EA

[...] reivindica a formação de um grupo-pesquisador para sua (re)construção. [...] É preciso ousar a formação de grupos-pesquisadores, ou seja, trans-

formar os sujeitos da educação em um grupo autogerativo, construindo cooperativamente os conhecimentos e responsabilizando-se coletivamente pela socialização e pelos efeitos desse trabalho. (2005, p. 108)

Acreditamos que estamos contribuindo assim para formação tanto cognitiva quanto social dos alunos. Além disso, a crítica aos paradigmas antropocêntricos e o conseqüente estímulo a uma conscientização sobre a natureza das inter-relações de suporte e dependência existentes entre os seres humanos e o meio promove não só o respeito pela natureza, mas desperta no aluno o respeito por si próprio e pela vida como um todo.

Não temos a pretensão de afirmar ter encontrado a proposta pedagógica salvadora. O que procuramos discutir é que, dentre as propostas de abordagem de situações problemáticas e relevantes da atualidade no ensino escolar, a metodologia do educar pela pesquisa e o desenvolvimento dos trabalhos com base no questionamento reconstrutivo demonstram possibilitar a estruturação em sala de aula de características essenciais dos processos de ensino e aprendizagem, especialmente em relação à discussão da problemática ambiental pela EA.

Referências

ARAÚJO, Marcia Santiago de. *Construindo conceitos no ensino médio para sentir, pensar e atuar no ambiente*. Rio Grande, 2003. 199 f. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental). FURG, Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental. Disponível em: <http://www.educacaoambiental.furg.br/disserta/disser_m.htm#marcia_araujo>

BOUFLEUER, José Pedro. *Pedagogia da ação comunicativa: uma leitura de Habermas*. Ijuí: UNIJUÍ, 1997. 108 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais*. Brasília: MEC/SEF, 1998. 436 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Lei Federal Nº 9.795 de 27 de abril de 1999*: Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: 1999.

CARVALHO, Isabel Cristina Moura. *Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico*. São Paulo: Cortez, 2004. 256 p.

CASTRO, Ronaldo Souza de; BAETA, Anna Maria Bianchini. AUTONOMIA INTELECTUAL: condição necessária para o exercício da cidadania. In: LOUREIRO; Carlos Frederico Bernardo; LAYRARGUES, Philippe Pomier; CASTRO, Ronaldo Souza de (Orgs.). *EDUCAÇÃO AMBIENTAL: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo: Cortez, 2005. 258 p.

COSTA, Sérgio Ibiapina Ferreira; GARRAFA, Volnei; OSELKA, Gabriel. *Iniciação à Bioética*. Brasília: Conselho Federal de Medicina, 1998. 322 p.

DEMO, Pedro. *Educar pela pesquisa*. Campinas: Autores Associados, 1998. 120 p.

_____. *Complexidade e Aprendizagem: a dinâmica não linear do conhecimento*. São Paulo: Editora Atlas, 2002a.

_____. *Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas*. 5. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2002b. 125 p.

FARIA, Elaine Turk. Mediação e interação no Ensino Superior. In: ENRICO-NE, Délcia (Org.). *A docência na educação superior: sete olhares*. Porto Alegre: Evangraf, 2006. p. 73-84.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 29. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004. 148 p.

GRÜN, Mauro. Uma discussão sobre valores éticos em educação ambiental. *Educação & Realidade*, v. 19, n.2, p. 171-196, jul./dez. 1994.

_____. *Ética e Educação Ambiental: a conexão necessária*. 9. ed. Campinas: Papirus, 2005, 122 p.

GUATTARI, Félix. *As três ecologias*. 11. ed. Campinas: Papirus, 2001. 56 p.

HABERMAS, Jürgen. *Consciência moral e agir comunicativo*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1989. 236 p.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo; RAMOS, Maurivan G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderéz Marina do Rosário (Orgs.) *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 9-24.

PAPADOPOULOS, George S. Aprender para o Século XXI. In: DELORS, Jacques (Org.). *A educação para o século XXI: questões e perspectivas*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 19-34.

REIGOTA, Marcos. *Meio ambiente e representação social*. São Paulo: Cortez, 1995. 87 p.

SATO, Michèle; GAUTHIER, Jacques Zanidê; PARIGIPE, Lyμπο. Insurgência do grupo pesquisador na educação ambiental sociopoética. In: SATO, Michèle; CARVALHO, Isabel. *Educação Ambiental: Pesquisas e Desafios*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 99- 117.

SAUVÉ, Lucie. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, Michèle; CARVALHO, Isabel. *Educação Ambiental: Pesquisas e Desafios*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 17-44.

SCHWARTZ, Suzana. De objetos a sujeitos da relação pedagógica: a pesquisa na sala de aula. In: MORAES, Roque (Org.) *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 159-170.

SILVA, Franklin Leopoldo e. Da Ética Filosófica à Ética em Saúde. In: COSTA, Sérgio Ibiapina Ferreira; GARRAFA, Volnei; OSELKA, Gabriel (Coords). *Iniciação à Bioética*. Brasília: Conselho Federal de Medicina, 1998. P. 19 – 36.

UNESCO. *Década das Nações Unidas da Educação para o desenvolvimento sustentável 2005-2014*: Documento final plano Internacional de implementação. Brasília: UNESCO, 2005. 120 p.

VEIGA-NETO, Alfredo J. Ciência, Ética e Educação Ambiental em um cenário pós-moderno. *Educação & Realidade*, v. 19, n. 2, p. 141 – 169, jul./dez. 1994.

WERTHEIN, Jorge. *Fundamentos da nova educação*. 5. ed. Brasília: Unesco, 2005. 81 p.

4

EXPERIÊNCIAS DE INICIAÇÃO À PESQUISA DE MESTRANDOS E CONTRIBUIÇÕES DA DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS À SUA FORMAÇÃO

Suzana Maria Coelho¹

Juliana Mariani Santos²

Rita Mara Bueno Timm³

Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

Paulo Freire

1. Introdução

A formação de professores-pesquisadores é fundamental para a qualificação do ensino brasileiro. A Didática das Ciências pode contribuir neste sentido propiciando embasamento teórico e prático na formação e na educação continuada de profissionais da área da educação, podendo iniciá-los à prática da pesquisa, aperfeiçoando sua docência.

O presente trabalho relata atividades realizadas na disciplina de Didática das Ciências⁴, com ênfase na iniciação teórico-prática à pesquisa. Essas atividades culminaram com a elaboração e desenvolvimento de projetos de pesquisa pelos mestrandos, com abordagem metodológica qualita-

¹ Licenciada em Física, especialista em Diplôme d' Etudes Approfondies en Didactique des Disciplines, pela Université de Paris VII - Université Denis Diderot (1987), mestre em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1978) e doutora em Didactique des Disciplines pela Université de Paris VII - Université Denis Diderot (1993). É professora titular da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: coelho@puers.br.

² Aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS. E-mail: ju.mariani@gmail.com.

³ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS. E-mail: ritamarab@yahoo.com.br.

⁴ Disciplina do Mestrado em Educação em Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Faculdade de Física na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

tiva, mas com temáticas e técnicas de coleta de dados diferentes. O primeiro consistiu no estudo de concepções de alunos do Ensino Fundamental sobre o meio ambiente, utilizando a técnica de entrevista coletiva semi-aberta. O segundo abordou a experimentação em Ciências Físicas com alunos de oitava série do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, cursando o EJA - Educação de Jovens e Adultos, com a utilização da técnica da observação participante, durante atividades experimentais no campo da eletricidade. Os mestrandos vivenciaram a formação pela pesquisa, iniciando-se nessa prática, primeiramente por meio de leitura, análise e discussão de artigos e textos de autores franceses ou influenciados por suas idéias e, posteriormente, aplicaram os conhecimentos teóricos adquiridos no desenvolvimento de seus projetos com realização de pesquisa de campo. A importância dos processos vivenciados nas atividades de iniciação à prática da pesquisa em sua formação, como pesquisador e como professor, manifesta-se nas reflexões dos docentes. A aprendizagem de conceitos em Didática das Ciências, à luz de pesquisas na área e da epistemologia das Ciências, os processos de coleta, análise de dados e construção coletiva de produção e divulgação científica foram consideradas atividades relevantes.

2. Concepções de alunos do ensino fundamental sobre meio ambiente

O primeiro projeto investigou concepções de alunos do Ensino Fundamental sobre o meio ambiente e questões ambientais atuais, utilizando a técnica de entrevista coletiva semi-aberta com um grupo de três alunos. Os dados foram registrados para posterior transcrição e análise textual discursiva (MORAES, GALIAZZI, 2007), em que a pesquisadora impregnou-se com o material que foi submetido a processo de categorização e possibilitou novas compreensões pela interpretação das informações.

Os resultados mostraram que os alunos referem-se, freqüentemente, à poluição, ao desrespeito à natureza e a fatos do dia-a-dia, como jogar lixo no chão, não reciclar, jogar óleo na pia, mas ao expressarem suas idéias por meio de desenhos, representam o meio ambiente com lindas imagens, uma natureza despoluída, um ambiente limpo e saudável, sem a presença do ser humano. Essa discrepância entre a linguagem oral e gráfica suscitou uma possibilidade de tema para futuras investigações, acerca da possível razão pela qual os alunos falam tanto no meio ambiente poluído e precário e, no entanto, expressam graficamente uma percepção diferente de meio ambiente. Neste projeto, a mestranda iniciou-se na técnica da pesquisa, o que foi

muito significativo para sua formação como professora-pesquisadora. Com a entrevista, trocou experiências com os sujeitos, percebeu novas formas de aprender, questionar e de relacionar-se com os alunos e pôde, assim, ver com outros olhos os saberes destes. Aprendeu que manter-se neutro em uma pesquisa é impossível e que tentar ser imparcial e não intervir de forma a direcionar as respostas dos alunos é um exercício que requer muita prática. “Tive muita incerteza quanto ao método e a maneira de entrevistar. Não tive certeza de quando interromper ou falar algo, pois não queria influenciar os alunos. O pesquisador acaba por pesquisar a si mesmo na entrevista, pois a neutralidade não existe e acabamos nos expondo e interagindo com os sujeitos, mesmo que optemos por não intervir”, relatou a mestranda. Com esta experiência, a mestranda percebeu a importante contribuição da fundamentação teórica em Didática das Ciências e da prática da pesquisa para sua reflexão e questionamento crítico de sua docência e iniciação como pesquisadora.

3. Ensino de Física: investigando implicações dos conhecimentos prévios de alunos da EJA na aprendizagem de noções sobre circuitos elétricos

O segundo projeto abordou a experimentação em Ciências Físicas com alunos de oitava série do Ensino Fundamental e do Ensino Médio cursando a EJA, Educação de Jovens e Adultos, com a utilização da técnica da observação participante, durante atividades experimentais no campo da eletricidade. A pesquisa foi realizada em dois encontros de quatro horas, integrando estudantes de graduação do curso de Física. As atividades foram planejadas, considerando-se uma abordagem com características de uma epistemologia construtivista (MORAES, 2000), sendo investigadas concepções prévias dos alunos num contexto de experimentação e de uma metodologia que incentivou os sujeitos a construir seus próprios conhecimentos na interação com colegas e estudantes-professores-pesquisadores. Os dados foram coletados a partir do registro da produção oral e escrita dos sujeitos, e analisados por meio da técnica da análise de conteúdo (MINAYO, 1994). Os resultados mostraram que as atividades práticas aproximaram o conteúdo científico do cotidiano dos alunos, proporcionando-lhes vivências e avanços na construção de várias noções e conceitos relacionados ao tema circuitos elétricos. Os alunos motivaram-se devido aos debates, questionamentos e reflexões. A mestranda relata: “Este projeto proporcionou crescimento para os alunos da graduação e do mestrado, oferecendo

um momento único de integração entre estes dois segmentos da Faculdade. É importante destacar qual é o papel do professor num trabalho deste tipo. Muito bem se pensarmos que ele é um mediador, como então mediar o diálogo, o debate, sem responder diretamente? Essa foi uma dificuldade no grupo. Como se manter na postura de mediador? Orientar as dificuldades sem emitir um parecer que pudesse interferir na resposta ou no processo de reflexão dos alunos?”.

Essa experiência favoreceu a tomada de consciência sobre o papel do ensinar e do aprender na missão do professor, na perspectiva do educar pela pesquisa, que exige todo um envolvimento e um contínuo estudar por parte do professor. Desenvolvem-se, com a prática da pesquisa, a capacidade de argumentação do professor, seus conhecimentos teóricos e práticos, abrangendo seu saber e seu saber-fazer.

4. Contribuições da didática das ciências na perspectiva dos mestrandos

O texto que segue apresenta idéias e reflexões de docentes, avaliando a importância dos processos vivenciados nas atividades de iniciação à prática da pesquisa em sua formação como professores-pesquisadores, a partir de relatos, relatórios e avaliações da disciplina Didática das Ciências.

Puderam-se destacar, nos resultados obtidos da análise desses documentos, algumas contribuições da Didática das Ciências em termos de aprendizagem de temas, como concepções prévias, transposição didática, modelagem, resolução de problemas, contrato didático, obstáculo epistemológico, considerados desconhecidos pelos mestrandos e que os levaram à aquisição de bases conceituais importantes para melhorar sua prática docente e da pesquisa. Além dessa primeira dimensão, envolvendo sobretudo o saber, há também referência a uma segunda dimensão que contempla o saber-fazer, como a relevância do estudo sobre metodologias empregadas pelos autores de artigos lidos, da familiarização com a linguagem científica, assim como da tomada de consciência de pesquisas desenvolvidas na área para sua formação como professor-pesquisador, propiciando-lhes uma visão mais crítica da sua prática docente e um espírito de renovação e maior segurança como professor-pesquisador. Extratos de relatos, relatórios e avaliações, apresentados a seguir, evidenciam essas contribuições da Didática das Ciências.

4.1. A importância do estudo dos referenciais teóricos

Os mestrandos consideraram as teorias e idéias dos autores estudados, com, por exemplo, Astolfi (2001), Bachelard (1996), Giordan (1996), Coelho (1991), Pais (2001), fundamentais para a formação de profissionais da educação. O estudo destas referências pode contribuir na melhoria da prática docente, fazendo com que o professor possa criar oportunidade dos alunos construírem seus conhecimentos e terem uma aprendizagem mais significativa, como podemos observar nos extratos abaixo.

- Os *autores franceses* nos aproximam da compreensão sobre o construtivismo e a lidar com os obstáculos epistemológicos.
- O fato de trabalharmos com a discussão de artigos científicos oportunizou uma visão sobre como as pesquisas estão sendo desenvolvidas na área da didática sobre diversos assuntos.
- As fichas de leitura foram muito proveitosas e vão me ajudar muito na minha dissertação.
- Os textos propostos fizeram com que eu olhasse para dentro de mim e pudesse enxergar algo novo e reformular comportamentos automatizados.
- Reclamei muito dos textos em espanhol, mas cada um deles foi um acréscimo e com todos aprendi muito. Exercitei a leitura e a escrita, [...] refleti muito sobre a minha prática em sala de aula. Conheci autores com idéias inovadoras e acredito que todos educadores deveriam conhecer. Todas as leituras me fizeram ver o que sozinha talvez não descobrisse.
- Considero a disciplina Didática das Ciências uma das mais relevantes dentre as que eu cursei no primeiro semestre do mestrado. As leituras dos artigos nos proporcionaram um grande aprofundamento teórico e também serviram de exemplo como investigações na área da educação, que é o que essencialmente a maioria de nós, mestrandos, fará para a elaboração de suas teses.
- A disciplina ajudou a pensar a respeito da nossa visão de mundo e realidade.

A partir do estudo destes teóricos, os mestrandos crêem aprimorar e mudar positivamente seus conhecimentos sobre metodologias e prática em sala de aula, passando a conhecer conceitos que não eram trabalhados em seus cursos de formação, como a aprendizagem significativa, objetivo-obstáculo (ASTOLFI, 1988), diferenças entre o conhecimento do expert e

o do novato na resolução de problemas (PÉREZ, TORREGROSA, PÉREZ, 1988), transposição didática (HALBWACHS, 1975; ARCÁ e GUIDONI, 1989), contrato didático, conhecimento prévio (GIORDAN, 1989), e estratégias de ensino (COELHO et al., 2000) e o papel das atividades experimentais (SÉRÉ, COELHO, NUNES, 2003) que levam em consideração o aluno como sujeito permitindo-lhe a construção do saber e emancipação no ambiente escolar.

4.2. O papel da prática da pesquisa na formação do professor

Os mestrandos reconhecem a Didática das Ciências como essencial para a formação de um professor-pesquisador, na melhoria da prática docente, na busca pelo rompimento do modelo transmissivo de ensino e no apoio teórico-prático a sua docência. Os extratos que seguem ilustram essas idéias.

- Tive a oportunidade de fazer pesquisa e entrevista que nunca tinha experimentado e isso foi uma verdadeira aprendizagem. Esta caminhada do mestrado não teria sido completa e talvez um tanto mais difícil sem essas experiências [...] Esta disciplina me mostrou como as práticas podem ser inovadas, como devemos prestar mais atenção ao aluno e ao nosso modo de ensinar.
- A realização de uma atividade de investigação, como a que foi realizada por nós, também foi de grande relevância. Ampliei bastante meu conhecimento sobre teorias de ensino e modos de aprendizagem.
- A disciplina foi muito importante para meu crescimento no curso e considero que os conhecimentos adquiridos serão fundamentais para a minha pesquisa.

A prática da pesquisa foi considerada relevante para a formação dos mestrandos no sentido de incrementar seus conhecimentos como professores. As experiências foram oportunidade de construção e de melhoria didática e metodológica dos mestrandos. A disciplina possibilitou uma prática que até o momento não lhes era familiar contribuindo, assim, à sua formação.

4.3. Professor-pesquisador

Nos extratos abaixo, os mestrandos referem-se à experiência da iniciação à pesquisa e ao papel do professor como mediador e não transmissor

de conhecimento, criando oportunidade para o aluno construir o saber. A prática da pesquisa permitiu vivenciar uma metodologia fundamentada em pressupostos construtivistas que possibilitou uma tomada de consciência da importância da mediação nos processos de ensino e aprendizagem.

- Foi possível compreender o papel importante do professor como interventor atento para corrigir, para discutir, para questionar e propiciar no grupo a discussão, mediando para que os alunos cheguem às suas conclusões.
- Para tanto gostaria aqui de marcar o importante papel da Didática na experiência realizada [...] o valor da Didática como compreensão do papel do ensinar e do aprender na missão do professor e qual o papel do professor.
- Vejo que muitas vezes o professor [...] tem boa vontade de realizar um trabalho pedagógico e metodológico, diferente, mas faltam-lhe a argumentação, [...] o aprendizado didático, se realiza uma atividade não consegue interpretar ou entender o que significa esse acontecimento. Por que o aluno aprendeu ou não aprendeu? A didática é uma destas disciplinas que fortalecem o trabalho pedagógico do professor, que lhe dão consistência no seu fazer.

A partir desses extratos pode-se notar que as contribuições mencionadas pelos mestrados foram essencialmente em termos de construção de novos saberes necessários à prática docente e à sua formação como professores-pesquisadores, o que os auxiliou em outras etapas de seu curso de mestrado. Consideraram, portanto, a disciplina enriquecedora, proporcionando-lhes crescimento ao propiciar momentos de reflexão e análise crítica de sua prática docente. Adquiriram bases conceituais importantes para melhorar sua docência e desempenho acadêmico. A construção coletiva com tempo e oportunidade para todos expressarem suas visões contribuiu para o afinamento de seu senso crítico. Debates e discussões críticas com os colegas promoveram socialização de diferentes visões sobre o mesmo assunto. Este método de trabalho foi considerado interessante pelo caráter interdisciplinar do grupo. Os docentes mencionam uma melhoria em suas habilidades de produção escrita, a importância dela para seu crescimento como professor-pesquisador, além das contribuições das leituras, da catalogação de fichas, do estudo de metodologias empregadas pelos autores de artigos, da familiarização com a linguagem científica, assim como da tomada de consciência de linhas de pesquisas em Didática para maior se-

gurança e aperfeiçoamento de suas práticas em sala de aula. Conclui-se, assim, que a Didática das Ciências pode contribuir na formação do professor-pesquisador, atingindo as dimensões do saber e do saber-fazer docente, tendo reflexos tanto na sua prática pedagógica como no seu desempenho como pesquisador.

5. Considerações finais

Foi possível, por meio dessa experiência, perceber como os mes-trandos vivenciaram a formação pela pesquisa. Os processos vivenciados na iniciação à prática da pesquisa foram importantes na formação dos professores-pesquisadores e as atividades e debates realizados na disciplina Didática das Ciências também foram essenciais para o aperfeiçoamento da prática docente dos mestrandos.

As atividades culminaram em projetos de pesquisa em que os mes-trandos puderam unir o saber e o saber fazer, buscar novas maneiras de pesquisar e perceberam que o conhecimento prévio dos alunos deve ser considerado no seu modo de ensinar, tendo reflexos na aprendizagem dos alunos, além de proporcionar oportunidade de interação entre Pós-Graduação e Graduação num trabalho conjunto de pesquisa na área da Física. O grupo que construiu coletivamente o trabalho apresentou uma caracte-rística multidisciplinar, o compartilhamento de conhecimentos e debates tendo sido enriquecido pelas trocas de experiências entre os mestrandos com formação em diferentes áreas de conhecimento.

É importante que o professor se torne pesquisador, que não apenas faça pesquisa, mas que incorpore esta à sua prática docente e à sua formação como profissional pesquisador. Sendo orientador, mediador e não transmissor de conhecimento, pode criar espaço para que o aluno construa, reflita e exercite o pensamento crítico, sendo sujeito e não objeto em sala de aula.

Referências

- ARCÁ, M.; GUIDONI, P. *Modelos infantiles y modelos científicos sobre la morfología de los seres vivos*. Enseñanza de las Ciencias: otros trabajos, v.7, n.2, p.162-167, 1989.
- ASTOLFI, J. P. *Didática das ciências*. 6. ed. Campinas : Papyrus, 2001.

_____. *El aprendizaje de conceptos científicos: aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos*. Enseñanza de las Ciencias: investigación y experiencias didácticas, v.6, n.2, p.147-155, 1988.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. São Paulo: Contraponto, 1996.

COELHO, M. S. *Referências bibliográficas organizadas em didática das ciências*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.8, n.3, p.181-192, dez.1991.

COELHO, S. M.; KOHL, E.; BERNARDO, S. Di; WIEHE, L. C. N. *Conceitos, atitudes de investigação e metodologia experimental como subsídio ao planejamento de objetivos e estratégias de ensino*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.17, n.2, p.122-149, ago. 2000.

GIORDAN, A. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

_____. *Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones*. Enseñanza de las Ciencias, v.7, n.1, p.53-62, 1989.

HALBWACHS, F. *La Física del profesor entre la Física del físico y la Física del alumno*. Enseñanza de la Física, Argentina, v.1, n.1, p.19-29, 1975.

MINAYO, M.C. S. (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 23. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1994.

MORAES, R. *É possível ser construtivista no Ensino de Ciências?* In: MORAES, R. (Org.) *Construtivismo em ensino de Ciências*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijui, 2007.

PAIS, L.C. *Didática da Matemática: Uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

PÉREZ, D. G. *Três paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias: investigación y experiencias didácticas, v.1, n.1, p.26-33, mar. 1983.

PÉREZ, D. G.; TORREGROSA, M. J.; PÉREZ, S. F. *El fracasso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos*. Enseñanza de las Ciencias, v.6, n. 2, p. 131-146, 1988.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A.D. *O papel da experimentação no ensino da Física*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.20, n.1, p.30-42, abr. 2003.

INCLUSÃO ESCOLAR: UM DESAFIO À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Rosana Maria Gessinger¹

1. Introdução

A presença de alunos com deficiência nas classes comuns da rede regular de ensino tem se tornado cada vez mais uma realidade, embora ainda provoque dúvidas, insegurança e ansiedade entre os envolvidos. Em alguns casos, tais inquietações têm-se traduzido em resistência ao processo de inclusão escolar. Em outros, têm servido de motivação para superar o modelo excludente que caracteriza a escola, buscando redimensioná-la para que se torne inclusiva, ou seja, uma escola aberta às diferenças, que acolhe a todos os alunos.

Lidar com as diferenças dos estudantes sempre representou um desafio à escola. Qualquer aluno que se desvie do modelo idealizado e que coloque em jogo a falsa homogeneidade da sala de aula é geralmente tido como um problema. Neste sentido, a inclusão escolar não representa um novo problema, mas traz à tona uma dificuldade que sempre existiu. Representa, sim, um desafio, na medida em que exige um redimensionamento da escola e a construção de práticas pedagógicas não-excludentes.

Em disciplinas como a matemática, tal desafio assume proporções maiores, pois historicamente ela tem se caracterizado como causa de altos índices de evasão e de reprovação, apesar dos esforços empreendidos por muitos educadores na tentativa de superar este quadro preocupante. Afirmar que o desafio é maior não significa, no entanto, considerar a inclusão escolar uma tarefa impossível.

Embora a presença de alunos com deficiência nas classes comuns da rede regular de ensino seja uma realidade relativamente recente, é con-

¹ Graduada em Matemática, mestre em Educação, doutora em Educação. É professora adjunta da Universidade de Caxias do Sul, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e da Faculdade Porto Alegrense de Educação Ciências e Letras. E-mail: rmgessinger@uol.com.br.

seqüência de uma longa caminhada, em que muitos avanços ocorreram, embora ainda haja muito por fazer. Trata-se de uma trajetória marcada por mudanças de várias ordens, e de outras que ainda estão por vir.

2. Contextualizando a inclusão escolar

As práticas sociais e escolares de segregação começam a ser questionadas na década de 1960, época em que principiou uma modificação no olhar sobre as pessoas com deficiência, que passaram a ser percebidas como possuidoras de certas capacidades, sendo consideradas produtivas caso recebessem escolarização e treinamento profissional. Inicia-se uma fase chamada de integração, caracterizada pelo surgimento das classes especiais dentro de escolas regulares, propiciando o início da inserção dos alunos com deficiência na escola regular.

A integração escolar é um processo que prevê a educação de crianças com deficiência junto com as demais, durante uma parte ou todo o tempo de permanência na escola. No entanto, essa modalidade ainda é excludente, pois prevê serviços segregados, isola alguns alunos e integra somente os que não constituem um desafio.

A partir da década de 1980 surge o conceito de inclusão, que pressupõe uma mudança de enfoque. Busca-se não mais adaptar as pessoas com deficiência à sociedade, mas adaptar a sociedade às pessoas. Inicia-se, então, um movimento mundial em prol da inclusão, envolvendo profissionais, pais e pessoas com deficiência, o que, no âmbito da educação, propõe a abertura das escolas às diferenças, ou seja, a escola precisa se adaptar para que possa acolher a todos os alunos, removendo as barreiras que impedem que as crianças possam conviver e se beneficiar da mesma escola, independentemente de suas características e possibilidades. Esse movimento se contrapõe à integração, que prevê a inserção dos alunos com deficiência nas escolas comuns, desde que consigam a ela se adaptar. Passa-se, então, a questionar o tratamento dado aos alunos com deficiência no sistema de ensino, e reconhece-se que as dificuldades apresentadas por alguns alunos são resultantes da maneira como as escolas se organizam e da forma como o ensino é ministrado.

A proposta da educação inclusiva critica as práticas educacionais vigentes e tem provocado uma revisão em alguns sistemas educacionais, que têm procurado instituir ações que garantam a educação a todos os alunos em contextos não-segregados. Muitas reuniões internacionais têm sido realizadas para discutir questões relacionadas ao tema. Em algumas delas

têm surgido importantes documentos² que muito têm contribuído para o avanço deste novo paradigma educacional.

A legislação brasileira é bastante avançada com relação à inclusão escolar. A nossa Constituição Federal elege como fundamentos da República a cidadania e a dignidade da pessoa humana, e como um dos objetivos fundamentais, a promoção do bem de todos, sem preconceito de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação. Como um dos princípios para o ensino, elege a igualdade de condições de acesso e permanência na escola, acrescentando ser dever do Estado garantir o acesso ao ensino.

Toda escola deve, portanto, atender aos princípios constitucionais. No entanto, nosso sistema educacional ainda é bastante excludente e segregador. Muitos alunos ainda freqüentam classes ou escolas especiais, pois na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN/1996 consta que a substituição do *regular* pelo *especial* é possível. Entretanto, conforme documento editado em 2003³ pela Procuradoria Geral dos Direitos do Cidadão do Ministério Público Federal, essa substituição não está de acordo com a Constituição Federal, que prevê atendimento educacional especializado e não Educação Especial. Logo, para que a LDBEN/1996 não seja considerada incompatível com a Constituição, é preciso entender Educação Especial como modalidade de ensino que oferece atendimento educacional especializado.

Segundo Fávero (2004), atendimento educacional especializado é complemento à escolarização ou educação escolar, e refere-se ao que é diferente do ensino escolar, para melhor atender às especificidades dos alunos com deficiência, como, por exemplo, ensino da Língua Brasileira de Sinais – Libras e do Braille. O atendimento educacional especializado não é escolarização plena. Esta só pode ser oferecida pela rede regular de ensino. Alguns alunos precisam desse atendimento, mas isso não significa restrição ao mesmo ambiente que os demais educandos.

Uma nova legislação, posterior à LDBEN/1996, ratifica o direito de as pessoas com deficiência freqüentarem a mesma escola que as demais. Trata-se da Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra a Pessoa Portadora de Deficiência, celebrada

² BRASIL, UNICEF. Ministério da Justiça/CORDE. Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais. Brasília, DF, 1994. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2006.

³ “O acesso de alunos com deficiência às escolas e classes comuns da rede regular de ensino”, disponível em http://www.prsp.mpf.gov.br/outroslinks/informes/cartilha_acesso_defic

na Guatemala⁴. O Brasil é signatário desse documento, que foi aprovado pelo Congresso Nacional e promulgado por Decreto da Presidência da República em 2001, tendo o mesmo valor de uma lei ordinária ou de uma norma constitucional. Esse documento deixa clara a impossibilidade de diferenciação com base na deficiência.

É possível perceber consideráveis avanços no que diz respeito à legislação e, também, com relação à consciência do direito de todos à educação. No entanto, embora em termos de legislação tenhamos avançado, muitas escolas parecem não estar garantindo esse direito, continuam sendo instituições excludentes. Não excluem apenas as crianças com deficiência, mas todos aqueles que não conseguem se encaixar nos padrões estipulados e almejados por ela. Embora tenham um discurso de igualdade, não consideram as diferenças dos alunos.

Segundo Figueiredo (2002, p.69), “parece que, na tentativa de garantir a promoção da igualdade, a escola está confundindo diferenças com desigualdades. Aquelas são inerentes ao humano enquanto estas são socialmente produzidas”. Como produtora de igualdades, a escola preza a homogeneidade e acaba acentuando e produzindo a desigualdade. Entretanto, a igualdade só pode ser atingida se as diferenças forem reconhecidas como algo que enriquece os processos de ensino e de aprendizagem devendo, pois, serem valorizadas, ao invés de serem negadas ou supostamente eliminadas.

3. A escola diante das diferenças

Escolas inclusivas são escolas abertas às diferenças, nas quais crianças e jovens com deficiência, ou não, aprendem juntos, uns com os outros, mas cada um trilhando à sua maneira, com os seus recursos, o seu processo de construção do conhecimento. Não se estabelecem normas nem padrões, cada aluno é considerado um ser único e singular. É o lugar do convívio com as diferenças, do encontro com o outro e da formação das novas gerações. A igualdade defendida nesses espaços refere-se às condições que devem ser oferecidas para que todos possam produzir conhecimentos e ampliar o que trazem de sua experiência pessoal, social e cultural.

Na visão inclusiva as diferenças não são negadas. Tampouco são vistas como algo que precisa ser tratado ou um problema a ser superado.

⁴ GUATEMALA. Assembléia Geral, 29°. Período ordinário de sessões, tema 34 da agenda. Convenção interamericana para a eliminação de todas as formas de discriminação contra as pessoas portadoras de deficiência, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/guatemala.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

São entendidas como um fator de enriquecimento dos processos de ensino e de aprendizagem, pois fazem com que o professor reconheça os seus limites e sinta-se desafiado a avançar nos seus conhecimentos acerca da docência. Na medida em que amplia seus saberes, qualifica cada vez mais o ensino que pratica em sala de aula, oferecendo oportunidades para que todos possam aprender, cada um da sua maneira e no seu tempo.

Ao abrirem-se às diferenças as escolas estarão beneficiando um grande número de alunos, e não somente os que possuem alguma deficiência, pois sabemos que não são somente estes que se encontram excluídos do processo educacional. Ao falarmos de inclusão estamos, portanto, falando em um grande percentual de alunos que, mesmo freqüentando uma sala de aula, encontram-se excluídos.

Se considerarmos como excluídas não apenas as pessoas com alguma deficiência, mas também os pobres, os analfabetos, os famintos, os que não têm onde morar, os doentes sem atendimento, entre outros, então a maioria da nossa população estará nessa categoria. De fato, se pensarmos nos alunos que apresentam dificuldades em acompanhar as aulas, que são reprovados, que abandonam a escola e/ou são por ela abandonados, enfim, todos aqueles que não se enquadram nos padrões predeterminados e esperados pela escola, veremos que a proposta da escola inclusiva não é incluir uma minoria até então excluída, mas transformar a escola para que ela possa acolher a maioria dos alunos, que se encontra atualmente excluída (MACEDO, 2005).

Segundo Fávero (2004, p.53), escola “é o espaço privilegiado da preparação para a cidadania e para o pleno desenvolvimento humano, objetivos previstos na Constituição Federal, que devem ser alcançados pelo ENSINO (art. 205, CF)”. A convivência entre todos é pressuposto para o cumprimento desses fins educacionais, e qualquer arranjo diferente disso é uma distorção das disposições constitucionais. Embora a educação seja um direito humano fundamental, que não pode ser subtraído de ninguém, mesmo que tenha significativas limitações intelectuais, a porta da escola é muito pesada para qualquer aluno que tenha alguma diferença (deficiência ou não) que o impeça de se enquadrar nos padrões predeterminados pela escola.

Mas por que a porta da escola é tão pesada para alguns alunos? Sem dúvida, trata-se de uma questão bastante complexa. Para Arroyo (2003) existe uma cultura da exclusão, e essa cultura está materializada na organização e na estrutura do sistema escolar. Em outras palavras, o sistema escolar está estruturado para excluir. A cultura da exclusão está instalada

na espinha dorsal da organização escolar e sem uma revisão profunda não é possível pensar em uma cultura de inclusão. Para o autor, é preciso uma discussão séria sobre o direito à formação básica e universal e sobre a busca de um novo ordenamento que garanta essa formação.

D'Ambrosio (1998) propõe um novo paradigma, no qual a educação atinja toda a população, proporcionando espaço para que todos possam se desenvolver plenamente, preservando a diversidade e eliminando as iniquidades. Tal proposta traz implícita uma ética, que o autor chama de ética da diversidade, que consiste, em primeiro lugar, no “respeito pelo outro com todas as suas diferenças”, em segundo lugar, na “solidariedade com o outro na satisfação de necessidades de sobrevivência e de transcendência” e, por último, na “cooperação com o outro na preservação do patrimônio natural e cultural comum”. A proposta do autor pressupõe mudanças profundas na educação, sem as quais dificilmente conseguiremos superar o quadro de exclusão que a caracteriza. Mudar o foco, passando da busca pela homogeneidade ao direito à diferença, permite vislumbrar uma escola mais justa, que acolha a todos.

4. Repensando o ensino de Matemática na perspectiva inclusiva

O ensino de Matemática tem sido objeto de questionamentos e críticas por parte de educadores e da sociedade em geral, principalmente devido ao baixo desempenho apresentado por muitos alunos. Trata-se de uma disciplina que historicamente tem assumido o rótulo de difícil, temida e excludente, embora muitos se empenhem para superar esta tradição.

Alguns autores são bastante enfáticos ao tecerem comentários sobre a situação atual do ensino de matemática. Baldino (1999) afirma que apesar dos esforços feitos nos últimos anos na tentativa de instituir mudanças na educação, a maioria dos alunos continua fracassando na aprendizagem, e os professores, no ensino. Lorenzato (2006) reforça as idéias do autor ao afirmar que a matemática é a maior responsável pela exclusão escolar, seja pela evasão ou por repetência.

Neste cenário marcado pela exclusão, parece contraditório falarmos em educação inclusiva. No entanto, a pesquisa em Educação Matemática tem evidenciado um crescente interesse no ensino e na aprendizagem, manifestando uma preocupação crescente no sentido de um redimensionamento não somente do ensino da Matemática, mas também dos currículos, abrangendo objetivos, métodos e conteúdos, levando em consideração as

demandas de uma sociedade em constantes transformações e a necessidade de uma educação para todos.

Partindo de novas concepções acerca da aprendizagem, educadores e pesquisadores da área têm procurado alternativas de ensino que superem o modelo tradicional, baseado na transmissão e acúmulo de conteúdos. Tais propostas vêm ao encontro dos princípios da educação inclusiva, na medida em que buscam romper com medidas excludentes e avançar para a construção de práticas que levem em consideração as diferenças inerentes aos alunos, acolhendo a todos.

Ao falar em escola aberta às diferenças, Mantoan (2003) aponta algumas tarefas fundamentais que precisam ser assumidas para que se possa mudar a escola e o ensino nela ministrado, quais sejam: a recriação do modelo educativo, tendo o ensino para todos como eixo central; a reorganização pedagógica, abrindo espaço para que a cooperação, o diálogo, a solidariedade, a criatividade e o espírito crítico sejam exercitados por todos na escola; a garantia de tempo e liberdade para que todos possam aprender; a valorização do professor e o estímulo à formação continuada.

Nas escolas inclusivas entende-se que o processo de ensino é coletivo, e o de aprendizagem é individual. Cada aluno avança de acordo com as suas possibilidades e os seus interesses. A aprendizagem é um caminho que vai sendo traçado individualmente, mediado pelo professor e pelos colegas, resultando em uma rede de saberes entrelaçados. O mesmo ensino é oferecido a todos os alunos, não são feitas adaptações pelo professor, pois é o próprio aluno que adapta o novo conhecimento ao que já possui. As estratégias pedagógicas utilizadas são pensadas para a turma toda, levando em consideração as diferenças inerentes a cada aluno.

Para dar conta das diferenças, Mantoan (2002) sugere atividades abertas e diversificadas, que possam ser abordadas segundo as possibilidades de cada aluno, de acordo com seu nível de compreensão e de desempenho, e em que não se destaquem os que sabem mais ou os que sabem menos. São atividades que fogem do que tradicionalmente estamos acostumados a realizar. Como o auxílio delas, os conteúdos escolares vão sendo desenvolvidos como meios para esclarecer os assuntos, e não como fins do ensino escolar. São propostas que fogem das atividades padronizadas, que devem ser realizadas ao mesmo tempo e da mesma maneira por todos os alunos.

É possível perceber, em autores da área de educação matemática, propostas em sintonia com o que é apresentado pela autora. Skovsmose (2006) sugere o desenvolvimento de situações abertas nas aulas de mate-

mática, isto é, situações que possam tomar direções diferentes dependendo dos resultados da discussão entre os alunos e entre estes e o professor. Abrir situações significa criar possibilidades para a tomada de decisões em aula, ao invés de fixar as situações de aprendizagem, permitindo aos alunos a possibilidade de adaptar o processo educacional para que não se tornem adaptados a rituais inquestionáveis da educação matemática.

Pais (2006) também manifesta preocupação em contemplar as diferenças dos alunos, ao afirmar que não basta impor conteúdos, pois a diversidade em aula mostra que os alunos apresentam diferentes níveis de raciocínio, de argumentação, de comunicação e de formulação de hipóteses. É preciso levar em consideração que existem diferentes “portas” de entrada para o saber, sendo que cada uma tem diferentes condições de se desenvolver. Almeida (2006), complementa tal perspectiva, afirmando que o maior desafio do educador matemático não é apenas criar atividades diferentes que envolvam o aluno, mas refletir sobre o trabalho com a heterogeneidade de culturas e do próprio conhecimento que os alunos têm sobre a matemática, fruto de suas vivências.

Mudanças no ensino são necessárias quando se almeja uma escola que acolha as diferenças. No entanto, estas não são suficientes. Há que se empreender mudanças também nas práticas avaliativas, que devem ser coerentes com os princípios da inclusão. Na perspectiva inclusiva, a avaliação é realizada para acompanhar o percurso de cada estudante, levantando dados para compreender o processo de aprendizagem e, desta forma, aperfeiçoar a prática pedagógica. Não se estabelecem parâmetros para classificar, selecionar ou hierarquizar os alunos. Cada um é parâmetro de si mesmo, e a avaliação tem função de diagnóstico e reorientação das ações docentes.

O erro, tradicionalmente entendido como a expressão do não-saber, como algo estático, que necessita ser eliminado, passa a ser entendido como parte integrante dos processos de ensino e de aprendizagem, fornecendo dados importantes sobre o processo de aprendizagem do aluno, que podem reorientar o ensino do professor. “O que é considerado por vezes como erro pode revelar até mesmo a existência de um raciocínio criativo, que não foi compreendido pelo professor (PAIS, 2006, p. 32)”.

Empenhar-se na construção de uma escola inclusiva envolve mudanças tanto nas concepções quanto nas práticas de todos os envolvidos no processo educativo. Neste processo, cabe ao professor um papel de destaque.

5. O papel do professor de matemática na perspectiva inclusiva

Quando pensamos em uma escola aberta às diferenças, temos de pensar na possibilidade de que alunos com deficiência, ou não, estudem juntos. Isso faz com que persistam alguns questionamentos sobre a necessidade de que o professor tenha, ou não, formação especializada. Muitos desses questionamentos decorrem da falta de clareza com relação ao que compete ao professor e aos demais profissionais. Compete ao professor dar conta das questões pedagógicas, desenvolvendo um ensino que contemple a turma toda, sem exclusões.

Figueiredo (2002) ajuda a compreender o papel do professor na perspectiva inclusiva, quando afirma que a escola não constitui espaço clínico, mas educacional. Assim, trabalhar em aula com alunos com deficiência não demanda uma especialização em deficiências, “mas o aprimoramento do professor no ensino e na aprendizagem para que ele seja capaz de identificar as dificuldades de seus alunos, visando a eliminar as barreiras próprias de suas relações na escola”.

Ferreira (1998, p.50), ao discordar da necessidade de o educador do ensino regular ter formação especializada, destaca a importância de que ele seja especial na forma de abordar os desafios que lhe são impostos, pois, dessa forma, torna-se “pesquisador do ‘seu saber’ e do ‘seu fazer’, continuamente ‘fazendo para aprender’ e ‘aprendendo para fazer’, em uma atuação diligente, constantemente implementada por suas descobertas e assunção de posicionamentos frente às questões emergentes”.

Araújo (1998, p.46), ao tentar buscar estratégias para lidar com as deficiências que surgem nas escolas, também não acredita na necessidade de especialistas, mas de educadores conscientes da importância que ambientes cooperativos têm no desenvolvimento dos alunos, “que percebam que os conteúdos tradicionais da escola, apesar de essenciais para o pleno desenvolvimento do aluno, não devem ser encarados como um fim na educação, e sim como instrumentos para a construção da cidadania”.

Mittler (2003, p.184) complementa os autores acima ao afirmar que a inclusão é uma jornada com um propósito, durante a qual os professores irão construir e ampliar suas habilidades para que possam dar conta de todas as crianças. Trata-se de uma tarefa que não é tão difícil quanto possa parecer, pois “a maioria dos professores já têm muito do conhecimento e das habilidades que eles precisam para ensinar de forma inclusiva”. Para o autor, o que lhes falta é confiança em sua própria competência, e isso se

deve, em parte, à falta de oportunidades de capacitação e, em parte, ao mito existente sobre a especialização, que os faz crer que a capacitação especializada é um requisito para a inclusão.

Muitos são os redimensionamentos necessários, no entanto, e por mais mudanças que se pense em termos de formação inicial de professores, seria ingênuo pensar que esta daria conta de prepará-los para a complexa tarefa da docência. Para enfrentar os desafios do cotidiano escolar é importante uma formação continuada voltada para as situações concretas do cotidiano. A criação de grupos de estudos pode ser uma importante estratégia.

Estudos desenvolvidos na década de 90, em vários países, mostraram que as transformações da prática escolar não acontecem a partir de teorias e do saber científico-acadêmico, tampouco por meio de cursos, mas sim a partir da reflexão e problematização da própria prática, do estudo e compreensão dos problemas e desafios da prática docente no cotidiano escolar (FIORENTINI, 2006).

De fato, os conhecimentos que os professores vão adquirindo ao longo de sua vida profissional são fundamentais para a compreensão dos fenômenos que ocorrem em sala de aula e para a construção de novas alternativas para enfrentar as questões que surgem no dia-a-dia escolar. No entanto, muitos parecem desconhecer o quanto sabem, o quanto podem fazer com o que sabem e o quanto podem fazer para propor soluções para os problemas. Ficam, muitas vezes, esperando que outras pessoas lhes mostrem o caminho quando, na verdade, o caminho precisa ser construído por eles mesmos. Talvez a abertura desses espaços de formação possa contribuir para que o professor resgate a importância não apenas do seu “fazer”, mas também do seu “saber”.

Em pesquisa, Carneiro (1999) constata o desenvolvimento de um novo perfil de professor de matemática, um profissional atualizado, criativo e ético, que pesquisa, estuda, age, participa e inova nos espaços institucionais, cuidando de si e dos outros, como agente transformador da realidade social. Com ele, o ensino de matemática, tradicionalmente elitista e seletivo, pode vir a ser desmistificado. A autora afirma, ainda, que esse perfil de professor não é uma utopia, mas está emergindo em lugares dispersos, formando-se não apenas nas universidades, mas em comunidades reflexivas, organizadas nos próprios locais de trabalho.

6. Será a escola inclusiva uma utopia?

Pensar em uma escola que acolha a todas as crianças e jovens, independentemente de suas características sociais, culturais, econômicas,

físicas ou mentais, demanda uma revisão profunda e abrangente do sistema escolar atual. Implica romper com medidas excludentes que têm caracterizado as escolas quando se deparam com as diferenças, e avançar na construção de novas alternativas e práticas pedagógicas que favoreçam a todos os alunos.

A inclusão escolar, portanto, vai além da inserção de alunos com deficiência nas classes comuns do ensino regular, e provoca o redimensionamento da escola buscando transformá-la em uma escola de qualidade para todos. Trata-se de um tema que provoca muitos questionamentos e resistências. Alguns chegam a considerar a escola inclusiva uma utopia. Afinal, como construir uma escola inclusiva em uma sociedade excludente como a nossa? Mas será a escola inclusiva uma utopia? Ou será uma utopia a escola que temos hoje, que parte do pressuposto de que todos são iguais, quando na verdade o que nos torna iguais é justamente o fato de sermos todos diferentes?

Santos (2002, p.331) afirma que a utopia parece ser o único caminho para pensar o futuro. Ele a entende como “a exploração, através da imaginação, de novas possibilidades humanas e novas formas de vontade, e a oposição da imaginação à necessidade do que existe, só porque existe, em nome de algo radicalmente melhor do que vale a pena lutar e a que a humanidade tem direito”. O autor ajuda-nos a compreender que não é da natureza da utopia ser realizada, embora algumas idéias utópicas eventualmente o sejam. Paradoxalmente, o importante nela é o que não é utópico. Ele propõe uma heterotopia, ou seja, um deslocamento radical dentro de um mesmo lugar, que é o nosso, em vez da invenção de um lugar totalmente outro. Num período de transição paradigmática, que segundo o autor é o que estamos vivendo, o pensamento utópico tem o objetivo de reinventar mapas de emancipação social e subjetividades, com capacidade e vontade de usá-los.

Entender a utopia como a exploração de novas possibilidades na busca de algo melhor nos ajuda a pensar na escola inclusiva como algo a ser construído, e que poderá estar cada vez mais próximo. Embora essa escola que idealizamos ainda não exista, assim como não existe uma fórmula que permita construí-la, acredito que possamos nos aproximar cada vez mais dela, na medida em que empreendermos as transformações que se fazem necessárias, partindo daquilo que é real e não daquilo que imaginamos ser o ideal.

Felizmente algumas escolas e redes de ensino já se encontram nessa caminhada. Em um estudo recente, narramos a história de reconstrução de

uma escola⁵ que conseguiu romper com a lógica da exclusão, e está gradativamente conseguindo se tornar inclusiva, ou seja, uma escola que acolhe a todos os alunos, sem restrições e discriminações. Para isso, foi necessária uma ruptura consciente e coletiva, gerando mudanças de várias ordens: nas concepções pessoais e pedagógicas dos professores, nas relações interpessoais, na formação continuada, entre outras (GESSINGER, 2006).

Muitos são os desafios que se apresentam a partir do reconhecimento da educação como direito de todos. Se, por um lado, podem gerar sensação de insegurança, de medo de enfrentar o desconhecido, por outro, podem nos levar à construção de uma educação mais justa e adequada aos dias de hoje.

Referências

- ALMEIDA, A. C. Uma tentativa de trabalho diferenciado com alunos de 6ª série marcados pelo fracasso escolar. In: FIORENTINI, D.; CRISTOVÃO, E. M. (Org.). *Histórias e investigações de/em educação matemática*. Campinas: Alínea, 2006.
- ARAÚJO, Ulisses F. de. O déficit cognitivo e a realidade brasileira. In: AQUINO, Julio G. *Diferenças e preconceito na escola: alternativas teóricas e práticas*. São Paulo: Summus, 1998.
- ARROYO, Miguel G. Fracasso-sucesso: o peso da cultura escolar e do ordenamento da educação básica. In: ABRAMOWICZ, Anete; MOLL, Jaqueline. *Para além do fracasso escolar*. 6 ed. Campinas: Papirus, 2003.
- BALDINO, R. R. Pesquisa-ação para formação de professores: leitura sintomal de relatórios. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: UNESP, 1999.
- CARNEIRO, Vera C. *Profissionalização do Professor de Matemática: Limites e Possibilidades para a Formação Inicial*, 1999. Tese (doutorado em educação) - Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação Matemática: da teoria à prática*. 4. ed. Campinas: Papirus, 1998.

⁵ Escola Municipal de Ensino Fundamental Dora Abreu, localizada no município de Cachoeira do Sul, no Rio Grande do Sul.

FÁVERO, Eugênia A. G. *Direitos das pessoas com deficiência: garantia de igualdade na diversidade*. Rio de Janeiro: WVA, 2004.

FERREIRA, Solange L. Preparando a inclusão. *Temas sobre o desenvolvimento*. São Paulo: Memnon edições científicas, p. 49-52, 1998.

FIGUEIREDO, Rita V. de. Políticas de inclusão: escola-gestão da aprendizagem na diversidade. In: ROSA, D. E. G.; SOUZA, V. C. de. (Org.). *Políticas organizativas e curriculares, educação inclusiva e formação de professores*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

FIORENTINI, D. Grupo de sábado: uma história de reflexão, investigação e escrita sobre a prática escolar em matemática. In: FIORENTINI, D.; CRISTOVÃO, E. M. (Org.). *Histórias e investigações de/em aulas de matemática*. Campinas: Alínea, 2006.

GESSINGER, R. M. *Uma escola que se abre às diferenças: narrativas do cotidiano*. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

LORENZATO, S. *Para aprender matemática*. Campinas: Autores Associados, 2006.

MACEDO, Lino de. *Ensaios pedagógicos: como construir uma escola para todos?* Porto Alegre: Artmed, 2005.

MANTOAN, M. T. E. *Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?* São Paulo: Moderna, 2003.

_____. Ensinando a turma toda. *Pátio* - revista pedagógica, Porto Alegre, ano V, n. 20, p.18-23, fev./abr. 2002.

MITTLER, Peter. *Educação inclusiva: contextos sociais*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

PAIS, L. C. *Ensinar e aprender matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

SANTOS, Boaventura de Sousa. *A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. 3. ed. Campinas: Papirus, 2006.

6

A PROBLEMATIZAÇÃO NECESSÁRIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E O LIVRO DIDÁTICO

Maurivan Güntzel Ramos¹

“No meio do caminho tinha uma pedra
tinha uma pedra no meio do caminho
tinha uma pedra no meio do caminho tinha uma pedra.
Nunca me esquecerei desse acontecimento
na vida de minhas retinas tão fatigadas.
Nunca me esquecerei que no meio do caminho tinha uma
pedra
tinha uma pedra no meio do caminho
no meio do caminho tinha uma pedra.”

(ANDRADE, 1998, p. 119)

1. Introdução

Neste texto faz-se a defesa sobre a importância das perguntas do professor e dos alunos no início de uma Unidade de Aprendizagem e no início das aulas. Defende-se que as perguntas apresentadas no início dos capítulos dos livros didáticos, assim como as que são formuladas no início dos trabalhos, têm uma função epistêmica importante, pois colocam os participantes do espaço e tempo da aula em confronto com o que sabem e com o que não conhecem.

A análise dos livros didáticos de Ciências disponíveis no mercado brasileiro torna possível a identificação de virtudes e idéias criativas, que

¹ Licenciado em Química. Doutor em Educação. Professor titular do Curso de Licenciatura em Química e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS. E-mail: mgramos@pucrs.br.

podem contribuir para a aprendizagem dos alunos, e de falhas e equívocos, que podem dificultar ou não contribuir para a aprendizagem.

Por outro lado, a problematização do próprio conhecimento pelo aluno apresenta-se como uma possibilidade de sua inserção no processo de aprender, como sujeito que constrói a consciência sobre si mesmo no mundo.

Considerando a importância da problematização do conhecimento com vistas à sua contextualização e inserção do sujeito no processo de aprender, pretende-se com o presente texto apresentar alguns elementos no intuito de contribuir para a reflexão sobre esse tema, associando-o ao livro didático de Ciências, o que pode ser estendido aos livros didáticos de outras áreas. Essa delimitação conduz a respostas ao seguinte questionamento: *Como o livro didático pode contribuir para promover a problematização do conhecimento sobre o objeto de estudo e a sua contextualização com vistas a uma aprendizagem mais qualificada em Ciências no contexto da sala de aula?*

Para responder a essa questão, outras perguntas podem ser apresentadas: Qual a relação entre problematização e aprendizagem? Quando alguém tropeça em algo, imediatamente olha onde tropeçou. Quer entender o motivo do desconforto. O que causou tal incidente? Como não viu o motivo da quase queda? Às vezes a própria queda proporciona sensação de espanto diante do inesperado. Cair diante do desconhecido é que nos mobiliza para a compreensão, é o esforço para levantar. É a vontade de superar a frustração, que baixa a auto-estima. Pode ser doloroso? Pode. Exige trabalho, esforço, auto-superação. O processo de aprender pode não ser prazeroso. Prazerosa é a sensação de ter aprendido, de saber mais, de produzir alternativas de solução para os problemas que surgem. É necessário superar as pedras no caminho. Muitas vezes, não conseguimos visualizar esses obstáculos sozinhos. Neste caso, é o outro (o professor, o colega, o amigo...) que nos ajuda a ver as pedras do caminho.

As perguntas que constituem o processo de problematização, integrantes das ações de ensinar e de aprender, têm o sentido dessa metáfora: fazer parar para buscar a compreensão do motivo da parada. Fazer com que cada um pergunte a si mesmo, no sentido da construção da consciência do novo: O que é isso? Como funciona? O que eu sei sobre isso? O que ainda não sei?

Eu insistiria em que a origem do conhecimento está na pergunta, ou nas perguntas, ou no ato mesmo de perguntar; eu me atreveria a dizer que a

primeira linguagem foi uma pergunta, a primeira palavra foi, a um só tempo, pergunta e resposta num ato simultâneo. (FREIRE, FAUNDEZ, 1985, p.48)

A problematização do conhecimento, no entanto, vai além do movimento de perguntar, pois implica a mobilização para o encontro com o não-saber. E, além disso, a problematização nos coloca em confronto com o pretensamente conhecido, com o caminho que parecia livre e seguro, das verdades inquestionáveis.

Desse modo, a problematização é imprescindível em uma sala de aula de Ciências, pois para aprender é necessário construir a consciência em relação ao que não se conhece ainda, as nossas faltas e fragilidades, para que se transformem em reação desejante. Para entender o que se está discutindo neste texto, algumas perguntas necessitam ser feitas, tais como: Qual a relação entre problematização e contextualização? Problematizar por quê? Problematizar o quê? Problematizar como? Problematizar quando? Quem problematiza? Com quê? O que fazer com essa problematização? É possível parar de questionar? E como o livro didático pode ajudar nisso?

Essas são algumas das perguntas que são tratadas neste texto, por meio de algumas respostas e de outras perguntas com vistas à reflexão sobre esse importante tema para a busca de uma qualificada prática docente.

2. O significado da problematização: identificando o saber e o não-saber

Quando um professor inicia a sua aula ou uma unidade de aprendizagem, apresentando perguntas aos alunos, em geral, o faz, de modo consciente ou inconsciente, por um dos seguintes motivos: de um lado, pode estar tentando apresentar ou dar pistas sobre o que vai ser estudado; de outro, está tentando fazer com que cada um se pergunte sobre o que conhece sobre o tema que será estudado, abrindo um espaço ao saber por meio do não-saber. É mais comum, no entanto, os professores, quando fazem perguntas, fazê-las com o primeiro sentido. Isto é, em geral, os professores utilizam-se de questionamentos para mostrar o que pretendem “ensinar” ou “transmitir”. Poucos valorizam a oportunidade da explicitação pelos alunos dos conhecimentos que são capazes de reconhecer e que sobre eles são capazes de falar e de escrever, e aqueles que desconhecem, identificando assim os não-saberes. Esse é o ponto central deste texto. O questionamento

no início dos trabalhos encerra uma importante e necessária oportunidade de os alunos estabelecerem um confronto do que está sendo proposto com o que conhecem, mas, mais importante ainda, é o confronto com o (des) conhecimento, com as suas faltas, pela possibilidade de transformá-las em objeto de desejo: o desejo de aprender.

Fato semelhante ocorre com os livros didáticos. Com freqüência, no início dos temas ou dos capítulos há situações e questionamentos, mas é fácil perceber que não está clara para o próprio autor a função das perguntas que são ali apresentadas. Não há um problema central, apontando para o “norte” do que será proposto e as questões apresentadas são dispersas e desintegradas. Muitas delas são questões convergentes, aguardando respostas de “sim” “ou não”. Além disso, as perguntas apresentadas não são retomadas no texto com a função de incentivar e promover a reconstrução do conhecimento, num processo cíclico, reconstrutivo, gradual, que revelaria a intenção de uma interação do sujeito aprendiz com o texto, com a possibilidade de promover também interações com o professor e com os colegas.

Portanto, tanto nas aulas, quanto nos livros didáticos, a importância de apresentar perguntas no início e durante os trabalhos com os alunos vai além de sinalizar o que será estudado e de estimular para esse trabalho. É muito importante e necessária a apresentação de situações-problema e de perguntas que problematizem e que coloquem o sujeito em dúvida sobre o seu próprio conhecimento. Cada um vive intensamente na busca de certezas por acreditar que elas existem, por isso, há um movimento de tentar acomodar saberes, como certos. Há um aparente conforto em não mexer com o que não se sabe. Nesses processos de problematização, no entanto, os alunos e o próprio professor dão-se conta das suas incertezas e de que o de desacomodar permanentemente é que impulsiona no sentido de um conhecimento cada vez mais complexo. Como refere Bernardo (2000), as verdades não se encontram paradas, esperando para serem encontradas, pois o conhecimento e a verdade estão em constante movimento de reconstrução.

Isso também se aplica ao professor, pois nesse processo ele também participa. Movimenta-se nos saberes, a partir das perguntas que são apresentadas. Estar consciente de que também está aprendendo em sala de aula é necessário para que esse espaço tenha característica de pesquisa e de reconstrução dos saberes. O professor é aprendiz, além de ensinante.

Assim, tanto o professor quanto os alunos, quando valorizam o questionamento-base para o confronto entre saberes e não-saberes, reco-

nhecem que o que sabem é ponto de partida para novas aprendizagens. Só se aprende o que já se conhece. Um tema ou uma experiência que não se conecta de nenhum modo às nossas experiências anteriores não produzem conhecimento. É necessário, gradualmente, encontrar pontos de contato, mesmo que sutis, para que, por meio do estabelecimento de relações, o sujeito possa começar a estabelecer nova rede de conceitos compreensíveis para ele.

Esses argumentos são sustentados por duas teses expressas por Fernández (2001). Não se pode aprender se não reconhecemos algo de nosso saber em relação ao objeto de conhecimento. E não se pode aprender se não buscamos a consciência sobre o não-saber. Portanto, vivemos na *tensão entre o saber* - o que se sabe e o que se reconhece como saber - e o *não-saber* - o que não se sabe e o que se pode reconhecer como falta. Dar-se conta dessa tensão é necessário para compreender como se aprende, o que pode exercer influências no trabalho docente.

De certo modo, essa tensão está relacionada aos domínios em que cada um atua. Com frequência, o professor e os alunos atuam em domínios distintos, empregando estruturas cognitivas diferentes, o que pode dificultar as aprendizagens. Quando se pensa em domínios diferentes, contribui para se tentar transitar de um domínio menos complexo ao mais complexo o emprego de metáforas. Essa é a ferramenta que utilizamos quando adentramos em domínios desconhecidos, que exigem estruturas cognitivas diferentes. Fazemos investidas exploratórias, mas não temos ainda a linguagem que dá acesso a esse domínio mais complexo. Utilizamos então a linguagem que temos, construída no âmbito do nosso domínio, para tentar avançar sobre domínios mais complexos.

Sobre isso, afirma Spitzer (2007, p. 382),

Metáforas são estruturas, na nossa memória de longo prazo, que nos ajudam a orientar no mundo. Por vezes, acontece que vivemos experiências que são diferentes daquilo que já conhecemos. Nestes casos, pode ser-nos útil utilizar um ou mais esquemas conhecidos para compreendermos algo que é completamente novo para nós.

Spitzer (2007, p. 382) complementa: “Uma metáfora é, em última análise, uma relação entre duas estruturas.”

Nesse sentido, a problematização promovida pelo professor e pelo livro didático poderia ser provocadora de formulação de metáforas como modo de investir em territórios desconhecidos. Para isso, é muito impor-

tante a capacidade de ouvir do professor e de dar importância ao que o aluno fala e escreve, para identificar as suas metáforas, as suas tentativas de investir em novos domínios.

Por outro lado, problematizar o que se sabe e identificar o que não se sabe é um estado permanente de quem pesquisa. O pesquisador está constantemente nessa tensão, entre a “certeza” do que conhece e a incerteza da sua dúvida. É a superação dessa tensão que possibilita a produção de conhecimento: a aprendizagem. Assim, analisar o questionamento na sala de aula nessa perspectiva é tratar esse espaço como espaço de pesquisa. Tratar de pesquisa é tratar de aprendizagem. Cabe, pois, algumas considerações sobre a relação entre pesquisa, aprendizagem e sala de aula.

3. A pesquisa, a aprendizagem e a sala de aula: o papel do outro na aprendizagem

Analisa-se a seguir a pesquisa associada à aprendizagem em situações de sala de aula. Essa análise dá-se a partir das perspectivas conceitual e prática da pesquisa, bem como na perspectiva da pesquisa como atitude humana e dos interesses subjacentes.

Em uma *perspectiva conceitual*, a pesquisa pode ser definida como a busca de respostas a uma ou mais perguntas sobre algo que se conhece pouco ou superficialmente. Pode-se observar que não foi referido que é a busca de respostas sobre algo que não se conhece nada, pois seria impossível ter acesso a um conhecimento sobre o qual nada se sabe. Assim, pesquisar consiste em responder a perguntas com base no conhecimento que se tem, mas com argumentação mais consistente e complexa, construída a partir de dados relevantes obtidos, sobre os quais se procedeu a processo analítico e reflexivo. Contribui para essa maior consistência e complexidade o diálogo com outras vozes, pensadores e autores de textos, por exemplo, que tenham pesquisado e escrito sobre o tema que é objeto da investigação. Portanto, pesquisar no âmbito da sala de aula é construir, argumentativamente, respostas a questionamentos propostos pelos participantes: o professor e os alunos.

Na *perspectiva da prática*, pode-se entender a pesquisa como um movimento cíclico que envolve o questionamento reconstrutivo (DEMO, 1998), a construção de novos argumentos e a comunicação dos argumentos construídos, com vistas à divulgação do novo pensar e à sua validação na comunidade comunicativa em que esse processo se dá (MORAES, RAMOS E GALIAZZI, 2004). A sala de aula é um excelente espaço para exercitar

esse movimento cíclico, pois pode-se iniciar com os questionamentos dos alunos, que revela seus interesses e necessidades; pode-se realizar atividades variadas que contribuam para a reconstrução dos argumentos dos alunos e do próprio professor; e podem ser previstos momentos de comunicação, escrito e oral com o objetivo de explicitação das compreensões para novos confrontos, na perspectiva do diálogo. A manifestação das compreensões ao grupo implica também um processo de validação, de natureza interna, das pretensões de verdade que vão sendo construídas pelos participantes.

Na prática, cada vez que o que alguém explicita é aceito pelo grupo ou, pelo menos, não é refutado, há um processo interno de aceitação pelo sujeito, do que disse, como uma verdade. Caso contrário, se o que foi explicitado é contestado por outro, por meio de uma argumentação consistente, isso gera um movimento de reconstrução dessas pretensas verdades no sentido da busca de argumentos mais consistentes. “Aprender é aprender a argumentar. Aprender é argumentar. Se somos capazes de argumentar efetivamente sobre algo, a tal ponto que os nossos argumentos sejam compreendidos e aceitos por nossos interlocutores, isso pode ser um indicador de aprendizagem.” (RAMOS, 2004, p. 44). De certo modo, esse movimento ocorre com as pessoas que se perguntam sobre algo e que buscam as respostas a essas perguntas, tanto no cotidiano da ciência quanto no mundo da vida.

Pesquisa é *uma atitude humana* que produz o movimento capaz de conduzir o sujeito que conhece (sujeito de conhecimento ou cognoscente - sujeito epistêmico) ao sujeito do querer conhecer o objeto de conhecimento (sujeito desejante do saber). Assim, pelo envolvimento ativo necessário, aprender pela pesquisa também oportuniza a constituição de um sujeito-autor. Para Fernández (2001), a principal produção do sujeito-autor não é o conhecimento para si, mas a transformação que o processo vivenciado promove nele e naqueles que o circunda. A pesquisa como atitude do sujeito-autor promove o aumento de capacidades e o crescimento do sujeito e dos sujeitos do seu entorno, sendo, portanto, um processo de desenvolvimento individual e social.

Uma pergunta que é importante fazer: O que move as pessoas para o conhecimento?

Para tentar propor respostas a essa questão, são abordados a seguir dois aspectos: os interesses humanos e o aprender com o outro.

Para Habermas (1982), há *interesses humanos* que orientam a pesquisa na produção do conhecimento dito científico. Esses interesses podem ser de natureza *empírico-analítica, histórica-hermenêutica ou praxiológi-*

ca. Em relação à natureza *empírico-analítica*, o que orienta a pesquisa é o interesse técnico e de controle, pois a investigação é orientada para produzir informações que possibilitem manter sob controle situações e processos objetivos. Sobre a natureza *histórico-hermenêutica*, motiva a pesquisa o interesse prático, pois a pesquisa é orientada para auxiliar a interpretação da intersubjetividade dos sujeitos com respeito ao possível significado de ações e de modos de comunicação. Em relação à natureza *praxiológica*, motiva a pesquisa o interesse de libertação e de emancipação, que requer tomada de posição diante de objetivos pela crítica, pois é esse tipo de atividade intelectual que liberta o sujeito dos diferentes condicionamentos.

Explicitando um pouco mais, em relação aos interesses *empírico-analíticos*, há demarcação entre as verdades científicas e os objetivos e valores pessoais, configurando uma pretensa neutralidade. Isso se concretiza na decomposição do todo em variáveis que possam ser mensuradas e controladas. Em relação aos interesses *histórico-hermenêuticos*, há a preocupação da invenção, do uso e da busca de compreensão dos símbolos gerados pela capacidade humana. Pesa nessa dimensão o processo dialógico consensual, centrado na intersubjetividade, para a construção da compreensão. Na perspectiva *praxiológica*, o interesse é apreender o fenômeno, objeto do estudo, em suas relações com a realidade, buscando a sua transformação, pois, no caso, a sua descrição não basta. Neste caso, portanto, pesquisa-se para transformar a realidade durante a própria investigação e, ao mesmo tempo, transformar os sujeitos que dela participam.

Em síntese, quando se pesquisa, na percepção de Habermas, o interesse é obter a informação para controlar, empregar a linguagem para compreender ou criticar a realidade para transformá-la. São modos de conhecer com base em interesses específicos.

De certo modo, os interesses que subjazem a pesquisa, na perspectiva habermasiana, que são empregados pela ciência para controlar, compreender ou transformar a realidade também são empregados pelas pessoas, na vida cotidiana, em níveis e intensidades diferentes. Discernir entre os interesses depende da consciência que cada um tem do real. Assim, também na sala de aula, as ações de investigação com vistas à reconstrução do conhecimento transitam por esses interesses e definem os procedimentos de pesquisa mais adequados a cada um deles.

Como se dá isso na perspectiva da escola, da sala de aula e da aprendizagem? O que esse aspecto tem a ver com o livro didático?

Como foi referida, a busca de respostas às perguntas e aos problemas que emergem no âmbito da sala de aula, com vistas à reconstrução

dos saberes, em qualquer nível de ensino, tem interesses semelhantes aos referidos. O que muda é a intensidade e o rigor com que isso ocorre em função do conhecimento que os participantes têm e do conhecimento que buscam. Mas quem são esses participantes?

A aprendizagem no ambiente escolar implica a presença de atores, usualmente *professor e alunos*. No entanto, em um ambiente de aprendizagem em que está presente o questionamento reconstrutivo, a construção de novos argumentos e a comunicação, estamos diante de um professor que ensina e de alunos que aprendem. Ambos são aprendentes e ensinantes. Isso não significa apenas que o professor também aprende e que o aluno também ensina. Significa que ambos são aprendentes e ensinantes simultaneamente. O referencial de cada um é o outro. O referencial do aluno é o professor ou outro aluno que conhece algo que ele deseja conhecer. O referencial do professor pode, em algumas situações, ser o aluno, pois ele conhece algo que o professor quer conhecer. Portanto, “não se aprende de qualquer um, aprende-se daquele que está no lugar do conhecimento, seja pai ou mestre. [...] Aprende-se de quem se supõe saber.” (PAÍN, 1985, p. 3). Isso ocorre, pois não é possível cada indivíduo ver a si próprio como ele é, não é possível conhecer-se a si próprio. É o outro que nos percebe e nos comunica quem somos e como somos, mesmo sem ter a consciência disso. Essa comunicação se dá por palavras, gestos, olhares, textos, entre outras formas, não necessariamente conscientes, e cabe a cada um decodificar e interpretar esses sinais, aplicando-os em seu processo de autotransformação.

O sujeito só aprende o que é conhecimento no outro, o que não contradiz o fato de que ele só aprende por si mesmo, “pois ele deve evidentemente reconstruir, por meio de seus próprios instrumentos cognitivos e significantes, o conhecimento do qual ele recebe apenas amostras incompletas”. (PAÍN, 1999, p. 164). Por isso, a apropriação do conhecimento está longe de ser passiva; ela exige a organização operatória dos códigos e a aquisição de regras pelas quais pode ser gerada a significação. A linguagem é tratada aqui como artefato cultural imprescindível para que se estabeleçam essas relações de aprendizagem, como refere Vygotsky (1996).

A idéia de que o conhecimento é “do outro”, não é apenas porque o outro o possui, mas porque, na aprendizagem, esse outro é conhecido ou reconhecido pelo sujeito que aprende. Isso não significa que o conhecimento está pronto no outro para ser consumido pelo sujeito que aprende. O sujeito não adquire conhecimento do outro. No entanto, o outro é o meio para que se possa tomar consciência do que se conhece e do que não se conhece.

Essas vozes, que são os outros da aprendizagem, participam do pensar e, conseqüentemente, constituem o conhecimento de cada um. Nesse sentido, o sujeito, de modo consciente ou não, torna-se mais ou menos disposto a apropriar-se do conhecimento do outro, transformando-o, em razão da confiança que esse lhe inspira.

Talvez isso ajude a entender um pouco mais a idéia de *contextualização*, que não contém apenas os elementos externos ao sujeito, o mundo físico, os objetos, os fenômenos físicos e sociais, o cotidiano, mas, talvez, e principalmente, o outro da aprendizagem e do conhecimento como seu mediador. O modo como o mediador lida com o questionamento pode produzir efeitos na relação do sujeito com o saber, pela vivência da experiência da dúvida, além de colocar-se na posição de aceitar que não há respostas absolutas. Desse modo, “o sujeito da aprendizagem pode ver no outro (mediador) um desejo de questionar, um interesse por perguntar.” (RUBINSTEIN, 2003, p. 38). Isso significa que *contextualizar* não significa apenas ver o mundo, mas ver-se no mundo. Isso é decisivo para a aprendizagem, pois “quando alguém, com a autoridade de um professor, descreve o mundo e você não está nele, existe um momento de desequilíbrio psíquico, como se você olhasse num espelho e não visse nada” (RICH citado por PELLANDA, 1996, p. 227). Com que freqüência isso ocorre nas salas de aula? Quantas vezes o professor mostra teorias com certa naturalidade e os alunos não se vêem lá, não conseguem identificar significados? Isso é o que faz recomendar a contextualização do que se estuda, no sentido de buscar significados do objeto de estudo com a inclusão dos sujeitos aprendentes-ensinantes. Assim, contextualizar, antes de ser um processo de trazer para o estudo a realidade que está fora do sujeito para que ele se insira nela, consiste em analisar as perguntas dos aprendentes-ensinantes para ver como eles se vêem nessas perguntas e, conseqüentemente, como se vêem nesse mundo problematizado. Isso se aproxima de um movimento em direção à Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)² (VYGOTSKY, 1996).

As perguntas apresentadas nos livros didáticos, em geral, também são espelhos vazios. Poderiam ser retificados se tivessem o caráter processual ao longo dos textos, contribuindo para o encontro do estudante com o conhecimento a partir do que ele sabe em ciclos reconstrutivos. Portanto, esse recurso não contribui para mudar a realidade da sala de aula. Não contribui para a aprendizagem, ou o faz muito pouco, na perspectiva de que aprender é transformar e tornar mais complexo o que se conhece.

² A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é a zona que se encontra entre o que o aprendente pode fazer por si só e o limite superior do que pode fazer com a ajuda adequada. (VYGOTSKY, 1996)

Aprender é aprender a pensar sobre algo, que está intimamente relacionado a aprender a falar, a escrever, a ter sentimentos, a desenvolver atitudes, a fazer, a desenvolver linguagem sobre algo. Aprender é tudo isso. Aprender temas do mundo, com o olhar da ciência, por exemplo, que é o que se propõe no ensino de Ciências, implica ter condições de falar, argumentar, escrever, realizar procedimentos, desenvolver atitudes em relação a esses temas. Além disso, é aprender que este jeito de ser, fazer e estar no mundo da ciência tem ferramentas específicas, construídas historicamente. Por isso, a aprendizagem depende do envolvimento e da ação do sujeito. Essa ação se dá principalmente pela e na linguagem. Nesse sentido, pesquisar para aprender consiste em interagir com outros discursos e a linguagem é o artefato cultural que possibilita o mergulho em discursos de especialistas na área que é objeto de estudo e pesquisa. Interagir com discursos não significa receber textos prontos, muitas vezes, reduzidos, com poucas possibilidades de se poder exercer a crítica. Não significa também ter que lê-los para responder a questionários com perguntas, cujas respostas esperadas são “sim” ou “não”, ou a simples devolução de frases, tal e qual estão no texto. Significa, sim, poder dialogar com eles, contrapor saberes, promover dúvidas, ver-se no espelho.

Desse modo, a pesquisa de que se trata neste texto é um caminho para aprendizagens significativas, pois:

- se dá por meio do questionamento reconstrutivo (DEMO, 1998);
- permite reconstruir o que já se conhece, tornando mais complexo este conhecimento;
- é um modo de atender aos interesses individuais e coletivos;
- é uma forma de se movimentar na linguagem;
- pode colocar em ação ferramentas do aprender, como a fala, a leitura e a escrita. Dá-se especial atenção à escrita, pois é uma forma de relatarmos a nós mesmos o que somos e o que aprendemos. Além disso, “escrever é uma das melhores formas de ajudar-nos a pensar” e “pensar é sempre um apelo ao outro, uma confrontação com o pensamento do outro”. (FERNÁNDEZ, 2001, p. 59);
- é uma oportunidade de realizar experimentos e, principalmente, reconstruir significados em relação ao objeto de estudo dessa experimentação por meio da linguagem;
- permite promover a interação e participação dos alunos e do professor como aprendentes e ensinantes;

- é uma forma de colocar-se em diálogo com o discurso disponibilizado pelos especialistas. (MORAES, RAMOS, GALIAZZI, 2007).

Portanto, buscar o entendimento sobre a sala de aula com pesquisa é movimentar-se no sentido da construção da consciência, da compreensão e da aprendizagem como um processo complexo. E é nessa complexidade que se insere a problematização do conhecimento.

Como o professor se insere nesse processo?

4. A pesquisa na sala de aula e a ação docente

O que foi referido em relação à aprendizagem dos alunos vale para o professor, que também está aprendendo enquanto ensina. Não se pode falar em ensinar sem falar em aprender. Ensinar inclui, permanentemente, aprender a ensinar, principalmente quando existe a ação e a reflexão sobre essa ação. Aprender a ensinar, essencialmente, consiste em construir, gradual e sistematicamente, uma base epistemológica como sustentação para esse ensinar, tornando, pois, mais complexo o conhecimento em relação a essa ação e movimentando-se em direção à autonomia. “Ninguém é autônomo primeiro para depois decidir. A autonomia vai se constituindo na experiência de várias, inúmeras decisões, que vão sendo tomadas.” (FREIRE, 1996, p. 120.)

Pesquisar consiste em buscar, de modo cuidadoso, respostas a perguntas que têm sentido para o sujeito que busca conhecer, que deseja aprender e que se faz autor. Nessa linha de raciocínio, ensinar e pesquisar a própria prática é elemento integrante do cotidiano do professor que quer compreender cada vez mais a sua profissão como ensinante-aprendente, assim como o papel dos seus alunos nesse processo. Por isso, é de fundamental importância para o processo de profissionalização do professor e de qualificação da sua ação docente perguntar-se sobre como se aprende, como se pode contribuir para que os alunos aprendam melhor, o que é importante que cada um aprenda, que meios são necessários para auxiliarem nas aprendizagens dos alunos e como se avalia as aprendizagens, entre outras indagações possíveis. Quem não formula essas perguntas, apenas repete, se repete, reproduz. É a coleta de informações, as observações no contexto de trabalho e a escrita com vistas à sistematização dessa prática, o diálogo com os pares, a leitura de teóricos e a reflexão sobre o “ser professor” que conduz à construção de novos argumentos em relação ao que o professor pensa e faz. Esse movimento contribui para a construção de uma base epis-

temológica do trabalho docente, que nada mais é do que uma compreensão mais consistente do que o professor pratica junto aos alunos.

Ensinar, aprender e pesquisar são processos nos quais ocorre a interação com discursos que contribuem para a transformação do sujeito-professor. Falar de mais qualidade do ensino pode significar ações de pesquisa dos alunos e do professor sobre o que cada um conhece e faz a partir de seus saberes e das suas faltas.

5. O que, como e quando problematizar: uma possibilidade para os livros didáticos

Parece importante novamente trazer para essa discussão o livro didático, que é um dos elementos desse processo e tem a sua importância. Em algumas realidades, o livro didático pode ser um dos únicos meios de acesso pelos alunos ao saber sistematizado. No entanto, em relação ao que foi mencionado até aqui, fica evidente que o livro didático e o seu uso também necessitam ser revisados.

Mesmo em uma análise superficial, pode-se observar que, em geral, os questionamentos apresentados no início dos capítulos dos livros didáticos de Ciências têm o objetivo de sinalizar sobre o que é tratado no texto, sem a pretensão de identificar os posicionamentos pessoais e os conhecimentos que os estudantes são capazes de explicitar. Nos próprios manuais dirigidos ao professor, não é sugerido que sejam realizadas atividades nas quais os alunos explicitem seus conhecimentos por meio dessas perguntas. Há livros que usam como ponto de partida do estudo textos da literatura brasileira como, por exemplo, de Monteiro Lobato, no entanto as perguntas abordam o conteúdo do texto, desconsiderando o sujeito que o está lendo e interpretando.

Há outros livros, cujos capítulos iniciam com texto informativo sobre um determinado assunto, como vespas, vermes ou piranhas, mas as perguntas, novamente, abordam o que está no texto e não o que o leitor conhece sobre assunto ou que experiências têm sobre esses temas. Se o capítulo parte da receita de um bolo de chocolate, são raras as questões que abordam a experiência do aluno-leitor sobre ver fazer, fazer ou comer o bolo. Inexiste no início dos textos dos livros didáticos um convite ao estudante para emitir a sua opinião sobre o fato de o bolo crescer ou não em determinadas condições, etc.

Se o texto inicia com imagens, fotos ou desenhos, em geral, é para ilustrar algo e não para servir de base para o questionamento acerca das

experiências ou conhecimentos dos estudantes sobre o que está sendo apresentado. Se o capítulo inicia com a proposição de experimentos, as questões são sobre os resultados e não sobre as hipóteses dos estudantes em relação a eles.

Assim, são raras as situações em que os livros didáticos problematizam, na ótica da abordagem deste artigo, os saberes dos alunos, buscando com isso ajudá-los a pensar sobre o assunto no sentido da reconstrução do conhecimento a partir do que já sabem e das experiências que têm e sobre as quais poderiam falar ou escrever. Em geral, são espelhos nos quais os alunos não se vêem neles. Mais raras ainda são as situações em que os alunos são solicitados a elaborarem as suas perguntas, explicitando os seus interesses, associados ao seu não-saber, às suas faltas e aos seus objetos de desejos.

A partir do exposto, propõe-se, tanto no início da Unidade de Aprendizagem, quanto ao longo das atividades e, até mesmo, ao seu final, que as situações apresentadas sejam contextualizadas pela problematização, sendo capazes de permitir que o aprendente seja protagonista de sua aprendizagem. Nesse sentido, as perguntas apresentadas pelo professor ou elaboradas pelos próprios alunos passam a constituir-se em ferramentas de avaliação e acompanhamento do processo de aprender.

Em relação aos livros didáticos, é importante que os seus autores compreendam que é necessária a interação do aluno-leitor com o texto para que, pelo diálogo com o mesmo, passe a ser um aluno-autor. Isso implica que o aluno seja considerado sujeito enquanto estuda por meio do livro.

Essa mesma atitude é esperada dos professores em sala de aula. É importante que, ao trabalhar com o livro didático em Ciências e em outras áreas, o professor aproveite as perguntas propostas para contextualizá-las em debates com os alunos, podendo solicitar que escrevam suas respostas e as defendam em discussões no grupo. Caso as perguntas não sejam adequadas a esse trabalho, sugere-se transformá-las. A ação de apresentar tentativas de respostas às questões promove o confronto entre saberes e contribui para a tomada de consciência sobre os saberes e os não-saberes. Além disso, o processo de problematização, proposto para os livros didáticos, desencadeado por indagações a partir de textos, ilustrações, experimentos e desafios, pode ajudar o professor e os alunos a constituírem diálogos nos quais, pela mediação, torna-se possível a atuação do professor junto a Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos estudantes, principalmente se forem produzidos textos na tentativa de responderem aos

questionamentos apresentados. Essas experiências são importantes para o desenvolvimento da autonomia dos aprendentes. Vale lembrar a afirmação de Vygotsky: “o que uma criança pode fazer hoje com ajuda, poderá fazer amanhã por sua conta” (VYGOTSKY, 1978, citado por WELLS, 2001, p.172). Isso também vale para outras faixas etárias, quando as pessoas estão em novas situações de aprendizagem.

6. Considerações finais

É possível parar de questionar? É possível não contextualizar?

Pelo exposto até aqui, a aprendizagem de conhecimentos da ciência, com significado relevante para o sujeito aprendente, exige resposta negativa para essas duas questões. É o questionamento permanente que nos mantém aprendentes e nos mantém vivos. São “as pedras do caminho” que nos fazem tornar-nos conscientes do próprio caminho. Esse questionamento coloca cada um em confronto consigo mesmo e com seu conhecimento, desvelando as faltas e, por conseguinte, gerando os interesses em relação ao pesquisar e ao aprender.

O professor exerce, pela mediação, um papel importante nesse processo de explicitação de saberes. A problematização, que tem papel fundamental de contextualizar o conhecimento sobre o objeto de conhecimento, é também o modo de vincular o nosso saber com o nosso não-saber, abrindo espaço para o processo de aprender. É a partir dessa tomada de consciência que são identificados pelo sujeito os interesses em relação ao conhecer, que são essenciais quando se busca aprender pela pesquisa.

Nessa perspectiva, é também defendido neste texto que os questionamentos iniciais, presentes nos livros didáticos, que visam à problematização do conhecimento, necessitam ter esse caráter de possibilitar ao grupo e a cada sujeito a explicitação do que conhece e do que deseja conhecer. Os questionamentos têm ainda a função de apontar para o acompanhamento necessário aos aprendentes para a sua aprendizagem, ao longo do estudo na Unidade.

Nesse sentido, este texto pode contribuir para a reflexão daqueles que elaboram livros didáticos, tornando esses recursos auxiliares mais úteis para a aprendizagem, bem como para a reflexão dos professores de Ciências e de outras áreas, apresentando aspectos importantes associados ao que fazem e ao que podem fazer nas aulas para qualificá-las.

Referências

- ANDRADE, Carlos Drummond de. *A palavra mágica*: poesia. Rio de Janeiro: Record, 1998.
- BERNARDO, Gustavo. *Educação pelo argumento*. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.
- DEMO, Pedro. *Educar pela pesquisa*. Campinas/SP: Autores Associados, 3. ed. 1998.
- FERNÁNDEZ, Alicia. *Os idiomas do aprendente*. Porto Alegre: Artmed, 2001
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia*. 15. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, Paulo; FAUNDEZ, Antonio. *Por uma pedagogia da pergunta*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.
- HABERMAS, Jürgen. *Conhecimento e interesse*. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.
- MORAES, Roque, RAMOS, Maurivan, GALIAZZI, Maria do Carmo. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.
- _____. Aprender química: promovendo excursões em discursos da Química. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloísio. (Org.) *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil*. Ijuí: Unijuí, 2007.
- PAÍN, Sara. *Processo da transmissão da aprendizagem e o papel da escola na transmissão dos conhecimentos*. São Paulo: CEVEC, 1985.
- _____. *A função da ignorância*. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- RAMOS, Maurivan Güntzel. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 25-50.
- RICH, A. In: PELLANDA, Nize Maria Campos e PELLANDA, Luiz Ernesto Cabral. *Psicanálise hoje: uma revolução do olhar*. Petrópolis, 1996.
- RUBINSTEIN, Edith Regina. *O estilo de aprendizagem e a queixa escolar: entre o saber e o conhecer*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.
- SPITZER, Manfred. *Aprendizagem: neurociências e a escola da vida*. Lisboa: Climepsi, 2007.
- VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- WELLS, Gordon. *Indagación dialógica: hacia una teoría y una práctica socioculturales de la educación*. Barcelona: Paidós, 2001.

AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE BIOLOGIA

Leandro Duso¹

1. Introdução

A partir da década de 90, verificou-se no Brasil a grande explosão do uso da Internet, bem como a participação cada vez mais intensa de microcomputadores no ambiente educacional. A rede mundial de computadores, os PC's e os softwares educacionais, combinados entre si, oferecem novas abordagens ao processo de ensino e aprendizagem, proporcionando inúmeras possibilidades aos professores para buscar novos métodos de ensinar, às escolas para se modernizar e romper velhas estruturas com seus paradigmas já enraizados e aos estudantes para desenvolver melhor as suas potencialidades. Segundo Perrenoud (2001), a escola não pode ignorar o que ocorre no mundo, pois as novas tecnologias na educação e na comunicação transformam, consideravelmente, não só nossas maneiras de nos comunicar, mas de trabalhar, de decidir, de pensar.

A escola e o professor não podem mais concorrer com a velocidade pelas quais as informações são atualizadas. O simples repasse de informação não sustentará a profissão, se a ele for reduzida. Entretanto, a profissão não se define mais pela transmissão, mas pela reconstrução do conhecimento, permitindo que o aprendente busque suas próprias sustentações argumentativas e não apenas opinião já formada.

Partindo dessa mudança de paradigma, hoje se faz necessário inventar novos métodos educacionais, que não sejam baseados apenas na transmissão do conhecimento, mas que correspondam e atendam à socie-

¹ Mestre em Educação em Ciências e Matemática e professor da Universidade de Caxias do Sul. E-mail: leandrouso@yahoo.com.br.

dade aprendente, que assuma esse novo desafio de construção do conhecimento.

O estudo da inovação tecnológica aplicável à educação tem contribuído sobremaneira para entender melhor como acontece a aprendizagem humana. Hoje temos a informática, cuja aplicação em educação já é notória, inevitável e imprescindível, como a Internet, o computador e softwares.

Cabe ao professor do futuro trabalhar os meios eletrônicos como suporte à aprendizagem, empregando as novas tecnologias nas suas atividades didáticas. A utilização de ambientes virtuais de aprendizagem, se empregados de maneira correta, poderão auxiliar o professor nessa nova modalidade de ensinar, permitindo que o aprendente assuma seu papel de aprender e busque reconstruir seu conhecimento.

Partindo desse pressuposto, este trabalho tem como objetivo relatar uma experiência na qual foram utilizados Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), como suporte à disciplina de Biologia, permitindo uma maior interação entre estudantes e professor, utilizando temáticas pautadas na educação científica e das abordagens visando à inter-relação de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), para uma melhor compreensão do mundo em que vivemos.

2. A tecnologia na educação e a postura do professor

Independente da modalidade de ensino, o que parece nítido e evidente é que o mundo contemporâneo já não comporta mais a idéia de que o professor é o dono do conhecimento e que repassa aos estudantes, por meio de aula expositiva, parte do seu saber, cabendo a esses tão-somente colher e acumular informações. Portanto, novas atitudes e posturas, tanto dos professores quanto dos estudantes, visam a dar condições para que tanto uns quanto outros consigam se adaptar às exigências de um mundo no qual cada vez mais são utilizadas as novas tecnologias. O cenário atual requer a ruptura da segmentação e do fracionamento para a busca de um ensino mais contextualizado e, por conseguinte, mais adequado às exigências do mundo do trabalho.

Em relação à Educação, segundo Creso e Schelmmmer (2002), as transformações que necessitam ser realizadas consistem em passarmos de uma cultura de ensino centrada em uma concepção empirista, para uma cultura de aprendizagem, centrada em uma concepção interacionista, impulsionando o desenvolvimento da sociedade em rede.

Na cultura de rede, o foco educacional está na interação, na construção do conhecimento, no desenvolvimento de habilidades e competências, na aprendizagem. Respeita-se o ritmo de desenvolvimento do estudante, pois se acredita que a aprendizagem é um processo que parte do individual para o coletivo.

Neste contexto de transformações, observa-se, ainda, por parte de muitos professores, um perfil muito conservador e uma forte resistência ao novo. Segundo Perrenoud (2000), isso é proveniente de uma série de fatores, dentre os quais o fato de que a maioria dos profissionais de educação foi formada sob uma perspectiva individualista e auto-suficiente.

Na cultura de rede, conforme Primo e Cassol, (1999), assim como na teoria socioconstrutivista, o professor é mediador, assumindo papel de problematizador, articulador e orientador da aprendizagem, de forma que o conteúdo seja construído, incentiva as atividades no estudante, o desenvolvimento da autonomia, num processo de interação mútua, ou seja, é construído por meio de negociações realizadas pelos interagentes, aqui entendida como relação estudante-estudante e estudante-professor.

Diante de toda a complexidade desse cenário tecnologicamente avançado, os professores precisam empreender esforços para não só se inteirarem das formas de uso dessas ferramentas tecnológicas, mas também para identificar, nas potencialidades desses recursos, quais as implicações acarretadas à sua postura profissional, ao seu trabalho docente e ao seu papel como educadores. Nesse sentido, Moran (1998) afirma que a Internet é uma ferramenta para professores inquietos, atentos a novidades, que desejam atualizar-se e comunicar-se mais.

A utilização dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA's), softwares desenvolvidos para o gerenciamento da aprendizagem via Web, deve ser um grande canal para que os professores testem, façam experimentos, criem, no sentido de melhorar os processos de ensinar e aprender.

Em uma perspectiva construtivista, em que o conhecimento não é repassado, mas sim construído a partir das experiências individuais de cada estudante, o professor-mediador é o que faz a diferença e garante a qualidade da atividade proposta a distância. É ele quem motiva e ativa a criação de oportunidades para que sua turma realize seus objetivos e tenha uma experiência produtiva. Para Belloni (1999), o papel do professor é de orientador nos estudos da disciplina pela qual é responsável, esclarecendo dúvidas e explicando questões relativas aos conteúdos. O professor deve, ainda, fazer com que os estudantes busquem uma resposta e que não esperem uma já pronta, pois é essa a situação que eles vão encontrar na vida e no trabalho.

3. O ambiente virtual de aprendizagem na educação

As tecnologias da informação e da comunicação permitem hoje, por meio de vários recursos, a realização de cursos on-line eficazes e de ótima qualidade. Dentre as principais vantagens da tecnologia, está a ampliação das fontes de consulta, pois a Internet fornece diversos meios de acesso a materiais educacionais. Considerando que, até bem pouco tempo, os professores e os livros eram as únicas fontes para obtenção das informações necessárias para os estudos escolares ou profissionais, sem dúvida a Internet traz grandes vantagens. Cabe ao professor procurar formas de otimizar e aproveitar esses recursos à sua prática pedagógica, incorporando-os de tal forma que se constituam, enfim, parte de seu perfil profissional. Assinala-se que nos sistemas de formação a distância não se prescinde do professor, ao contrário, ele passa a ser imprescindível, o elemento-chave para o sucesso da aprendizagem.

A flexibilidade de horários, de local e de ritmo de aprendizado proporcionado pelas atividades organizadas no AVA pode contribuir para a percepção de que o conhecimento está disponível e não depende do lugar ou do momento. Além disso, a autonomia de aprendizagem, que surge em decorrência desse processo, leva o professor a rever alguns antigos conceitos. A autonomia, nesse contexto, refere-se à capacidade de o estudante de se antecipar aos comandos dos professores e agregar voluntariamente várias tarefas, intensificando, assim, seu próprio ritmo de trabalho.

O ambiente virtual de aprendizagem, por ser um ambiente conveniente, flexível e sem horários predefinido, permite que os estudantes possam optar em fazer ou adiar determinada atividade para um outro momento. Tal fato traz a necessidade de o professor e o estudante organizarem-se, no sentido de não se perderem ambos no processo de construção de aprendizagem.

A educação a distância mediada por computador permite, ainda, que o estudante seja realmente ativo, responsável pela sua aprendizagem e, principalmente, aprenda a aprender. No entanto, como o discípulo também tem uma cultura de espera por comandos e orientações, cabe ao professor reverter esse quadro, mostrando aos alunos a necessidade de busca pela informação.

Diante de tão vasta gama de possibilidades e características disponíveis num ambiente virtual, fica nítida a necessidade de uma atuação mais efetiva do professor e uma atenção mais próxima ao desenvolvimento da atividade planejada e proposta para os jovens.

Ao professor e ao estudante, num ambiente virtual de aprendizagem, cabe o compromisso de suprir as desvantagens ou limitações que a modalidade de ensino a distância pode trazer, como a ausência do contato face a face e se faz necessário o contato constante com o computador.

Além do mais, o professor deve atuar como orientador no processo de aprendizagem, já que os jovens podem desenvolver trabalhos em grupo, trocar idéias com os colegas e participar de fóruns de debates. Os debates são importantes, pois preconizam o trabalho em equipe, que é uma característica primordial requerida pelo mercado de trabalho no momento atual.

Um outro ponto que merece atenção do professor e requer uma disciplina rígida é a resposta aos questionamentos dos estudantes. Uma atividade intermediada pelos AVA's não permite falhas de comunicação. Se as mensagens não chegam, ou o retorno de resposta é demorado, tais eventos podem desqualificar a qualidade da atividade por parte dos estudantes.

Com base nessas concepções, verifica-se a necessidade de uma atenção mais individualizada do professor em relação aos seus estudantes. Em uma atividade mediada por AVA's, isso é imprescindível para a garantia de qualidade da aprendizagem.

4. Escolha das mídias

São muitas as mídias que podem ser utilizadas em atividades educativas. Assim como cada modalidade de ensino requer o tratamento diferenciado do mesmo conteúdo, como estar de acordo com o nível dos estudantes, quais os objetivos a serem alcançados, qual o espaço e tempo disponíveis para a sua realização em cada um dos suportes mediáticos, é preciso ter cuidados para que, ao serem utilizados, possam alterar a forma como se efetiva e como se faz educação.

O planejamento de atividades de ensino que envolvam o uso de suportes mediáticos impressos é diferente, por exemplo, do uso de vídeos e mídias digitais mais avançados, como a Internet. Cada tipo de mídia requer um planejamento cuidadoso, o que vai além da disponibilidade dos equipamentos e da definição de seu uso em determinada aula, ou não.

Na parte organizacional, é preciso ter cuidado especial na seleção das atividades, dos conteúdos e do programa da disciplina, que serão veiculados em determinado tipo de mídia. A abordagem de cada assunto requer tratamento diferenciado de acordo com a mídia em que vai ser veiculada. Por outro lado, esses conhecimentos precisam estar comprometidos com o perfil dos estudantes e com os objetivos previstos. É preciso refletir se

eles servirão apenas para a aquisição e/ou reprodução dos conhecimentos e habilidades ou se oferecerão condições para a produção de novos conhecimentos e o posicionamento crítico dos estudantes.

Para a utilização do AVA, foram selecionados temas transversais. Segundo Yus (1998), temas transversais são conjuntos de conteúdos e eixos condutores da atividade escolar considerados comuns a várias disciplinas. Yus (1998) entende que o objetivo fundamental dos eixos transversais é o das atitudes e das pautas de comportamento; por isso os estudantes deveriam aprender a utilizar estratégias relacionadas com a resolução de problemas abertos e com o desenvolvimento da capacidade de argumentar. Cita, ainda, que os temas transversais surgiram da necessidade de levar para o campo da educação algumas das discussões destinadas a diminuir problemas que, sob determinados aspectos, são de preocupação comum, como questões ambientais, biotecnológicas e bioéticas, entre outras.

As proposições anteriores podem ser encontradas na idéia de temas geradores, desenvolvida e utilizada pela pedagogia freiriana. Nessa pedagogia, o tema gerador é entendido como o assunto que centraliza o processo de ensino e aprendizagem, por meio do qual acontecem os estudos, pesquisas, análises, reflexões, discussões e conclusões. Além disso, o processo de escolha dos assuntos, problemas ou temas geradores é fruto de uma mediação entre as responsabilidades dos professores e os interesses dos estudantes.

Os temas geradores propõem-se a superar o problema da elaboração dos conteúdos curriculares e da aprendizagem de conceitos disciplinares. Espera-se, por parte dos professores, que busquem incentivar seus estudantes a perguntar e provocá-los à reflexão crítica sobre suas próprias perguntas, rompendo com a passividade deles em face às explicações discursivas apenas do professor. Além do mais, “todo o ensino de conteúdos demanda de quem se acha na posição de aprendiz que, a partir de certo momento, vá assumindo a autoria também do conhecimento do objeto em estudo.” (FREIRE, 1996, p.140).

Conforme Yus (1998), as estratégias de temáticas transversais estão relacionadas à pedagogia crítica e de resistência. Ele compreende que, por meio dessas temáticas, é possível abordar o sentido social do ensino, contribuindo, dessa maneira, para que os indivíduos sejam autônomos, críticos e solidários, respeitosos consigo mesmos, com os demais e com o próprio meio. Ou seja, ele sugere que a utilização dessas estratégias contribui “para a criação de uma sociedade mais justa, igualitária e solidária ou que, ao me-

nos, contrabalance os efeitos perniciosos que provoca o desenvolvimento em sociedades neoliberais como a nossa.” (YUS, 1998, p.29).

Para este tipo de abordagem, outro aspecto a ser levado em consideração diz respeito à interação entre os participantes. Os AVA's podem ser utilizados para a realização de atividades isoladas dos estudantes ou atividades com maior interação, com trocas de mensagens entre todos e a realização de projetos integradores e cooperativos. A cooperação entre educandos em uma atividade a distância visa não apenas a formar pessoas que estejam preocupadas com a aquisição de conhecimentos e habilidades, mas também busca desenvolver comportamentos de interação, sociabilidade e comprometimento social, essenciais para a formação do cidadão.

As atividades comunicativas entre os estudantes virtuais requerem a gestão dos conhecimentos que circulam a orientação e o suporte das discussões estabelecidas, e o fortalecimento de processos participativos entre professores e estudantes envolvidos. Além disso, é preciso não apenas gerenciar as pessoas e as tecnologias em uso, mas também as informações que transitam entre os participantes, para que a atividade oferecida não se afaste demais de seus objetivos.

As principais mudanças nos processos de interação e comunicação em educação a distância ocorrem com o uso mais intensivo da Internet e nos ambientes virtuais de aprendizagem. As possibilidades de atividades síncronas (Chat's e fóruns) e assíncronas (e-mail) da Internet viabilizam o contato entre pessoas situadas nos mais diferentes espaços, a qualquer hora. A Internet viabiliza também a oferta e o acesso a conteúdos que estejam localizados em *sites* em qualquer parte do mundo. O uso de ferramentas comunicativas disponíveis na Internet, como o correio eletrônico, chats e fóruns de discussões, garantem a possibilidade de maior troca e diálogo entre professores e estudantes. Articuladas com as mais novas possibilidades tecnológicas, como a inserção de vídeos, a comunicação viva-voz, a visualização dos participantes em tempo real, as mídias digitais caminham para a integração de suas possibilidades, oferecendo recursos que viabilizam o oferecimento de educação de qualidade para qualquer pessoa, em qualquer tempo e em qualquer lugar.

Nos ambientes virtuais de aprendizagem, os estudantes acessam diretamente textos, desenhos, fotos, animações, sons e vídeos, na própria página do curso na Internet. Eles podem salvar os arquivos disponíveis ou imprimi-los. Podem também interagir com os professores e com os colegas em chats e fóruns de discussões. Testes, exercícios e demais atividades individuais ou em grupos são possíveis de serem executados e enviados

imediatamente para o professor ou para todos os participantes. Os estudantes podem comentar as atividades e contribuir com os seus colegas, criando um clima de trocas intelectuais em que todos cooperam para a aprendizagem dos demais.

5. Experiência em ambientes virtuais de aprendizagem

Como professor de ensino médio, o autor tem buscado novas metodologias para atender as necessidades dos estudantes frente aos desafios da nova sociedade de informação. A reflexão sobre temas polêmicos atuais na área da Biologia, como células-tronco, transgênicos, clonagem, engenharia genética, racismo e outros, estão permeando a sociedade, principalmente, no que se refere à bioética.

Como o currículo escolar apresenta-se de forma linear, os professores têm de cumprir uma série de listas de conteúdos e não sobra tempo em aula para a reflexão sobre esses temas, sentindo-se de mãos atadas ante a dificuldade de promover debates aprofundados em sala de aula.

Tendo essa preocupação, foram buscadas saídas para resolver esse dilema. Para tanto, o professor responsável participou de um no congresso de Ensino de Biologia na UFRJ, realizou um minicurso sobre Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas, e por meio de relatos de colegas, obteve a informação sobre o VirtuaClass, salas virtuais de aprendizagem que poderiam ser estruturadas como apoio a atividades escolares. Essa ferramenta estava disponibilizada no Portal da Universia, (www.universia.com.br/salasvirtuais) e qualquer pessoa interessada poderia montar sua sala virtual, com layout já definidos. A idéia da utilização dessa ferramenta seria para dar suporte às atividades iniciadas em sala de aula, e para as quais não teria tempo para ampliar a discussão.

6. Ambiente VirtuaClass

A utilização desse ambiente foi pensada juntamente com os estudantes para discutir temas da atualidade, os quais não estão incluídos no currículo disciplinar. Após debate em sala de aula, o tema levantado pelos estudantes foi sobre a Gripe Aviária, que a mídia explorava muito no início do ano de 2006, e que evidenciou o desejo dos alunos de ampliar a discussão para além da sala de aula.

Após estruturação do ambiente virtual, foi necessário um período para a adaptação dos estudantes. Esses, no entanto, após duas semanas pa-

reciam estar motivados, pois acessavam a ferramenta até duas vezes por dia, para ver se havia alguma novidade. Mas foi percebida e questionada a ansiedade de alguns em sala de aula, que não haviam postado nada durante uma semana.

7. Ferramentas utilizadas no VirtuaClass

1. Agenda de atividades: o mediador insere as atividades previstas para serem realizadas pelo grupo de estudo indicando data e hora. Pode ser marcado um encontro no bate-papo, uma leitura disponível na central de documentos para ser discutida em sala de aula, etc.

Essa sessão foi muito importante, pois serviu para planejar as discussões dos temas, tanto do ambiente quanto para as atividades realizadas em aula.

2. Lista de participantes: espaço onde mediadores e estudantes podem se inscrever e conhecer os demais integrantes do grupo, trocar e-mails e deixar informações a seu respeito.

A princípio, a montagem do AVA era para todos os estudantes da segunda série do ensino médio, em torno de aproximadamente 170 estudantes. Ao se cadastrarem como participantes, eles colocavam seu nome e e-mail, alguns, inclusive, colocavam a turma. A dificuldade foi associar o estudante com a turma em que estava inserido, pois havia um número muito grande de estudantes cadastrados para serem gerenciados.

3. Mural virtual: espaço para troca de mensagens entre os integrantes do grupo de estudos, permitindo consulta e verificação de mensagens.

O mural funcionou de maneira variada. O professor deixava as mensagens no mural para os estudantes, e eles deixavam mensagem para o professor e aos demais colegas também. Algumas vezes, o mural serviu para tirar dúvidas sobre trabalhos, sobre os conteúdos desenvolvidos em sala de aula, etc.

Esse problema poderia ter sido amenizado se houvesse uma sessão para as discussões como fóruns, disponível em outros Ambientes Virtuais.

4. Sala de bate-papo: espaço onde se pode conversar com os outros integrantes do grupo de estudos ou consultar o registro dos bate-papos já ocorridos. Trata-se de uma ferramenta que funciona de forma síncrona, ou seja, o diálogo acontece simultaneamente, como em uma conversa, então, todos devem estar acessando essa página ao mesmo tempo.

A sala de bate-papo foi pouco utilizada, pois era limitada a apenas 20 participantes e, como já dito anteriormente, havia 170 estudantes cadas-

trados. Mesmo marcando horário para o bate-papo, previamente agendado e anotado no mural, houve pouca participação inicial, e os que entravam, para discutir o tema proposto, acabavam sanando suas dúvidas sobre a aula presencial.

A comunicação nas salas de bate-papos eram todas contínuas, não havia possibilidade de saber quem estava conectado à sala, pois só ficava o registro da data e hora da entrada, mas não era mostrada a saída do usuário.

5. Biblioteca de links: espaço onde estão as referências a Websites (documentos na Web) que tratam do tema de estudo do ambiente, inseridos pelos integrantes do grupo de estudo (mediadores e estudantes). Essa ferramenta também possibilita ao usuário fazer pesquisa na Web a partir de palavras-chave.

A Biblioteca de links serviu como apoio às referências sobre o tema, como indicador de leituras e buscas. Acabaram se inserindo alguns sites não relacionados com o tema em discussão também, mas que serviram de apoio para as atividades das aulas presenciais.

6. Central de documentos: Espaço para troca de documentos entre mediadores e estudantes do ambiente virtual, permitindo envio e consulta de arquivos dos tipos: página HTML, documento do Bloco de Notas ou do Word, Rich Text Format, apresentação do PowerPoint, planilha do Excel, arquivo Adobe PDF, arquivo compactado WinZip e figura Jpeg ou Gif.

A central de documentos também serviu de suporte para a bibliografia indicada para a leitura do tema, não havendo necessidade de deixar material extra em salas de reprografia. Apareceram textos que tratavam de outros assuntos além dos que estavam sendo propostos.

7. Gerenciamento da sala: disponível apenas ao mediador do ambiente. É organizado por acompanhamento dos estudantes e ativar/desativar ambiente. Permite ao mediador do ambiente virtual acompanhar todas as intervenções, selecionadas por usuário e sessão. Aparece uma tabela com nome do usuário e quantidade de participações ativas. Exibe as intervenções realizadas pelo usuário em cada sessão do ambiente.

O gerenciamento de sala permitiu editar material e controlar as participações no ambiente. A dificuldade maior foi o excessivo número de estudantes que utilizavam esse ambiente e a realização da avaliação individual sob o aspecto da participação efetiva de determinado estudante.

Na experiência aqui descrita, na metade do ano de 2006, o AVA que estava hospedado no portal Universia foi encerrado, impossibilitando dar

continuidade à atividade que estava sendo realizada. Em troca, foi oferecida ao professor a ferramenta TelEduc.

8. Ambiente TelEduc

O TelEduc é um ambiente para realização de cursos a distância por meio da Internet. Está sendo desenvolvido no Nied (Núcleo de Informática Aplicada a Educação), sob a orientação da Profa. Dra. Heloísa Vieira da Rocha, do Instituto de Computação da Unicamp (Universidade Estadual de Campinas), a partir de uma metodologia de formação de professores construída com base na análise das várias experiências presenciais realizadas pelos profissionais do núcleo.

O Nied, como uma de suas linhas de pesquisa, tem realizado diversos cursos a distância utilizando o TelEduc desde 1998, acompanhando progressivamente o desenvolvimento do ambiente. Essa página apresenta informações gerais sobre o ambiente TelEduc. Suas ferramentas são apresentadas e seus propósitos de utilização são explicitados.

O ambiente possui um esquema de autenticação de acesso aos cursos. Para que formadores, coordenadores, estudantes, convidados e visitantes tenham acesso ao curso é preciso que se tenha uma senha e uma identificação pessoal (login), ambas solicitadas ao participante sempre que ele acessar o curso.

A página de entrada do curso é dividida em duas partes. À esquerda, estão as ferramentas que serão utilizadas durante o curso e, à direita, é apresentado o conteúdo correspondente àquela determinada ferramenta selecionada na parte esquerda. Ao entrar no curso, é apresentado o conteúdo da ferramenta “Agenda”, que contém informações atualizadas, dicas ou sugestões dos formadores para os estudantes. Essa página funciona como um canal de comunicação direto entre os formadores e os estudantes. Nela, são colocadas informações que seriam fornecidas normalmente no início de uma aula presencial. O conteúdo de “Agenda” é atualizado de acordo com a dinâmica do curso.

Cada curso apoiado pelo ambiente TelEduc pode utilizar um subconjunto das ferramentas descritas a seguir. Assim, pode acontecer de, em um determinado momento do curso, algumas ferramentas não estarem visíveis no menu à esquerda e, portanto, não disponíveis. Oferecer ou não uma ferramenta, em diferentes momentos do curso, faz parte da metodologia adotada por cada formador. Geralmente, se há a inserção de uma nova ferramenta, esse fato é avisado ao estudante por meio da Agenda.

9. Ferramentas utilizadas no TelEduc

1. Agenda: é a página de entrada do ambiente e do curso em andamento. Traz a programação de um determinado período do curso (diária, semanal, etc.).

2. Atividades: apresenta as atividades a serem realizadas durante o curso.

3. Material de apoio: apresenta informações úteis relacionadas à temática do curso, subsidiando o desenvolvimento das atividades propostas.

4. Leituras: apresenta artigos relacionados à temática do curso, podendo incluir sugestões de revistas, jornais, endereços na Web, etc.

5. Exercícios: ferramenta para criação/edição e gerenciamento de exercícios com questões dissertativas, de múltipla escolha, de associação de colunas e de verdadeiro ou falso.

6. Mural: espaço reservado para que todos os participantes possam disponibilizar informações consideradas relevantes para o contexto do curso

7. Fóruns de discussão: permitem acesso a uma página que contém tópicos que estão em discussão naquele momento do curso. O acompanhamento da discussão se dá por meio da visualização de forma estruturada das mensagens já enviadas, bem como a participação, por meio do envio de mensagens.

8. Bate-Papo: permite uma conversa em tempo real entre os estudantes do curso e os formadores. Os horários de bate-papo com a presença dos formadores são, geralmente, informados na “Agenda”. Se houver interesse do grupo de estudantes, o bate-papo pode ser utilizado em outros horários.

9. Perfil: trata-se de um espaço reservado para que cada participante do curso possa se apresentar aos demais de maneira informal, descrevendo suas principais características, além de permitir a edição de dados pessoais. O objetivo fundamental do Perfil é fornecer um mecanismo para que os participantes possam se “conhecer a distância”, visando a ações de comprometimento entre o grupo. Além disso, favorece a escolha de parceiros para o desenvolvimento de atividades do curso (formação de grupos de pessoas com interesses em comum).

10. Diário de bordo: como o nome sugere, trata-se de um espaço reservado para que cada um possa registrar suas experiências ao longo da participação do curso: sucessos, dificuldades, dúvidas, anseios. Objetiva proporcionar meios que desencadeiem um processo reflexivo a respeito do processo de aprendizagem de cada participante. As anotações pessoais po-

dem ser compartilhadas ou não com os demais. Em caso positivo, podem ser lidas e/ou comentadas pelas outras pessoas, servindo também como um outro meio de comunicação.

11. Portfólio: nessa ferramenta, os participantes do curso podem armazenar textos e arquivos utilizados e/ou desenvolvidos durante o curso, bem como endereços da Internet. Esses dados podem ser particulares, compartilhados apenas com os formadores ou compartilhados com todos os participantes do curso. Cada participante pode ver os demais portfólios e comentá-los, se assim o desejar.

12. Acessos: permite acompanhar a frequência de acesso dos usuários ao curso e às suas ferramentas.

10. Principais vantagens na utilização dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem

- Autonomia do estudante em discutir os temas, mesmo sem a presença do professor, permitindo interagir com os colegas embora seja de outra turma. As paredes entre turmas são “quebradas”.
- Não há horário específico para sanar dúvidas. A qualquer hora o estudante pode relatar sua dúvida e permitir ao professor intervir de maneira eficaz na resolução das dificuldades.
- Na situação descrita neste texto, houve uma grande participação de estudantes “tímidos”, que não participam muito em sala de aula.
- Não houve dificuldades de acesso, nem de cadastramento e de navegação na ferramenta.

11. Problemas observados durante o processo

Uma dificuldade encontrada foi a falta de sessão para fóruns de debates. A ferramenta permite interações buscando a utilização do mural ou das salas de bate-papos, porém essas foram limitadas e não houve sistematização dos diferentes questionamentos de temas pelos estudantes.

Outras limitações relacionam-se à organização de horário para o bate-papo, e ao número reduzido de pessoas nas salas de bate-papo. Todos os estudantes de uma turma não poderiam estar interagindo simultaneamente no mesmo horário.

12. Considerações finais

Em síntese, este capítulo apresentou o relato da utilização de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) como ferramenta auxiliar nas aulas de Biologia com estudantes da segunda série do ensino médio, em uma escola da rede privada. A metodologia constou de ambientes virtuais de aprendizagem como ferramenta para a mediação do processo de ensino e aprendizagem, utilizando atividades elaboradas sobre temas para os quais não se dispunha de tempo para discutir em sala de aula, como o da gripe aviária, além de transgênicos e clonagem. Os resultados mostraram que o uso de ambientes virtuais como ferramentas de aprendizagem possibilita a sistematização do conteúdo de forma diferenciada, levando os educandos a uma aprendizagem mais significativa e promovendo maior socialização e engajamento nas atividades elaboradas por eles.

O trabalho relacionado a ensino e aprendizagem desafia o professor a uma atualização constante e maior percepção dos conhecimentos prévios dos estudantes, para redirecionar os conteúdos na via de seus interesses. Como a produção de informações e conhecimentos tem velocidade muito superior a nossa capacidade de absorção, precisamos estar em constante formação para ampliar os saberes. Reestruturar nossa sistemática de ensino permite que nossos objetivos sejam realmente os de construir o saber, organizar e sistematizar os conhecimentos sociais, científicos e tecnológicos.

Nesse sentido, o uso do ambiente virtual de aprendizagem auxiliou a dinâmica e a sistematização da discussão dos temas propostos. A atividade realizada na modalidade a distância não apresentou qualquer problema para os desafios da aprendizagem. Pelo contrário, durante o processo, mediante ferramentas do ambiente, puderam-se observar as relações ocorridas para a construção do conhecimento e diferentes etapas desse processo, evidenciando que a aprendizagem vai se consolidando gradativamente.

A transição do modelo tradicional de passar informações ao estudante para o construtivista tem sido lenta. Os estudantes demonstram que, no modelo tradicional, o desenvolvimento de conhecimento dificulta a adoção de uma postura mais autônoma na busca do aprender a aprender. Não podemos esquecer que temos uma longa vivência com as aulas presenciais e romper com essa idéia não é fácil, mas o estudo a distância, mediado pelos AVA, compreende pesquisar, elaborar, ler e também orientar.

Assim, percebeu-se que estudantes acostumados com métodos tradicionais de aprendizagem não conseguiram guiar-se sozinhos nesses ambientes, sendo necessária a presença de um mediador para auxiliar a

construção do conhecimento. Isto destaca a dialogicidade e a importância da mediação como aspectos fundamentais no ensino e na aprendizagem. A relação de diálogo - estudante-estudante e professor-estudante - foi favorecida por meio dessa ferramenta, permitindo romper com a distância existente entre ambos, geralmente, nas classes tradicionais.

A partir do trabalho realizado a distância, observou-se que a utilização de ambiente virtual de aprendizagem tornou as aulas mais dinâmicas e interessantes, aumentando a interação entre os estudantes e desses com os professores, buscando melhorar a qualidade do ensino.

O sucesso da aprendizagem nas atividades realizadas com os estudantes de ensino médio por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem está estreitamente relacionado com a possibilidade de criar condições para que ocorram interações sociais. Essas estão também relacionadas ao contexto pedagógico que sustenta a proposta e aplicação da disciplina.

Referências

BELLONI, Maria Luiza. *Professor coletivo: Quem ensina a distância?* Educação a Distância. Campinas: Autores Associados, 1999.

CRESPO, Sérgio; SCHELMMER, Eliane Santos. AVA: um ambiente virtual baseado em comunidades. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 13., 2002, São Leopoldo. *Anais*. São Leopoldo: Unisinos, 2002.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MORAN, José Manuel. Internet no ensino universitário: pesquisa e comunicação na sala de aula. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, v. 2 n. 3, p.125-131, Ago.1998.

PERRENOUD, Phillippe. *Agindo na urgência, atuando na incerteza*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

_____. *10 Novas Competências para Ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PRIMO, Alex Fernando Teixeira; CASSOL, Marcio Borges Fortes. Explorando os conceitos de interatividade: definições e taxonomias. *Informática na Educação: teoria e prática*. Porto Alegre, v.2, n.2, p. 65-80, out 1999.

YUS, Rafael. *Temas transversais em busca de uma nova escola*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

8

A COMPREENSÃO DO CONCEITO DE FUNÇÃO COM O RECURSO DA PLANILHA

Elisabete Rambo Braga¹

Lori Viali²

1. Introdução

O estudo de funções, nas séries finais do ensino fundamental, tem como finalidade a observação de regularidades, a descrição de generalizações de padrões numéricos ou geométricos e a utilização da linguagem matemática, a álgebra, para expressar fatos genéricos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino fundamental (BRASIL, 1998, p.81) reforçam essa idéia, ao destacar que no quarto ciclo (7^a e 8^a séries):

[...] o ensino da Matemática deve visar o desenvolvimento do pensamento numérico, por meio de situações que levem o aluno a [...] observar regularidades e estabelecer leis matemáticas que expressem a relação de dependência entre variáveis.

Além disso, BRASIL (1998) sugere que a noção de função seja desenvolvida mediante situações-problema que envolvam variações de grandezas diretamente proporcionais, inversamente proporcionais ou não-proporcionais, explorando suas representações algébricas e gráficas.

No entanto, na educação básica, verifica-se, atualmente, que é dada ênfase na representação algébrica, ocasionando dificuldades na compreensão da variação entre as grandezas relacionadas entre si por uma lei física ou de formação. De acordo com Borba e Penteadó (2005), as representações

¹ Professora do Colégio Farroupilha. Mestranda do Educem (PUCRS). E-mail: erambo@ibest.com.br

² Professor Orientador do Educem (PUCRS). Professor Titular da Famat/PUCRS e Adjunto do IM/UFRGS. E-mail: viali@puers.br.

tabulares e gráficas praticamente não são utilizadas, devido à dificuldade em construí-las, empregando apenas os recursos de lápis e papel.

A Matemática, de forma mais ampla, visa ao desenvolvimento do raciocínio lógico e do pensamento crítico, por meio do estudo das regularidades provenientes da observação do mundo real e das abstrações humanas. Nesse sentido, o aprendizado de funções contribui para o alcance de seus objetivos, à medida que possibilita aos alunos o desenvolvimento de formas de raciocínio e a comunicação, utilizando a linguagem algébrica e gráfica, estabelecendo relações entre a matemática e a realidade aplicando-as, também, em outras áreas do conhecimento.

Esse processo deve enfatizar o estabelecimento de relações, o reconhecimento de dependência entre as variáveis, além da leitura, interpretação e construção de gráficos. Para que esses objetivos sejam alcançados é necessário desenvolver uma metodologia que propicie a compreensão do significado e a sua aplicabilidade em diversas situações. O objetivo é apresentar algumas com o recurso da planilha para facilitar a aprendizagem de função no ensino fundamental, tendo como base a teoria dos Registros de Representações Semióticas³ de Raymond Duval⁴.

A planilha foi o recurso escolhido por estar disponível em praticamente todos os computadores, e ter uma rápida curva de aprendizagem quando comparada com softwares específicos. Ela permite uma rápida construção de representações gráficas e, sendo dinâmica, mostra qualquer alteração nos dados imediatamente, sendo, dessa forma, transparente. O aluno é responsável pela construção do seu conhecimento, pois o software precisa ser ensinado, e nada melhor para se aprender do que tentar ensinar.

2. A compreensão do conceito de função e a Teoria de Duval

Na teoria de Duval é dado enfoque à coordenação dos registros de representações semióticas de um mesmo objeto de estudo, a fim de que esse seja compreendido em sua totalidade. Pela análise histórica do desenvolvimento do conceito de função, percebe-se que essa noção foi reformulada e ampliada a partir de suas representações semióticas: algébrica, tabular e gráfica. De acordo com Duval (2003, p.13): “É suficiente observar a histó-

³ Denominação utilizada para a ciência geral do signo; semiologia.

⁴ Filósofo e Psicólogo francês, seus estudos são direcionados à Psicologia Cognitiva, enfatizando a atividade matemática e os problemas referentes à sua aprendizagem.

ria do desenvolvimento da matemática para ver que o desenvolvimento das representações semióticas foi uma condição essencial para a evolução do pensamento matemático.”

Ao analisar os referidos aspectos históricos verifica-se que as representações tabular, gráfica e algébrica estavam presentes. E, portanto, a história da Matemática confirma a necessidade de desenvolver o conceito de função por meio da articulação de suas representações, e não colocando o enfoque em um aspecto (algébrico). Duval (2003) coloca que o desenvolvimento tecnológico torna necessário um conhecimento inicial mais aprofundado em matemática. Destaca, ainda, que no ensino fundamental e médio essa disciplina tem como objetivo contribuir com o desenvolvimento do raciocínio, da investigação e da visualização. (DUVAL, 2003, 2006).

A atividade matemática consiste na mudança das representações, de forma intrínseca, por meio de dois tipos de transformações: tratamento e conversão (DUVAL, 2003; 2006). Para Duval (2003; 2006), os tratamentos são transformações de representações dentro de um único sistema de registro. As operações realizadas em um mesmo sistema de notação podem ser consideradas um exemplo de tratamento; enquanto que a transformação exige uma mudança de registro sem trocar o objeto, é denominada conversão. Esse aspecto é mais complexo que o tratamento, uma vez que exige que o sujeito reconheça o objeto nas duas diferentes representações. Cabe ressaltar que, em diversas situações, os conteúdos das representações não apresentam pontos em comum.

No caso das conversões, os estudantes podem não reconhecer o objeto ao articularem os diferentes tipos de registros, o que ocasiona dificuldades na compreensão do conceito envolvido, esse obstáculo na aprendizagem é denominado por Duval (2003, p. 15) de “fenômeno de não-congruência”. Duval (2006) enfatiza que as conversões visam à compreensão da complexidade cognitiva tanto no processo de pensamento requerido pela atividade matemática quanto no seu aprendizado.

Os objetos de estudos na matemática, diferentemente da física, da química, da biologia, e de outros domínios do conhecimento científico, não são acessíveis por meio da percepção ou de instrumentos. É necessária a utilização de uma linguagem simbólica e de suas representações semióticas para que os conceitos matemáticos sejam compreendidos DUVAL (1999; 2003; 2006). O mesmo autor afirma que, na Matemática, encontra-se a maior quantidade de representações semióticas, sendo que algumas são específicas desse domínio, como a linguagem algébrica e as notações. E outras, por sua vez, são comuns a áreas do conhecimento como, por exemplo,

à linguagem natural. Em decorrência do número expressivo de registros para um único objeto matemático, a compreensão do conceito, das propriedades e das relações que o envolvem torna-se mais complexa.

Verifica-se que as dificuldades dos alunos na construção do conceito de função concentram-se na não-articulação entre duas ou mais representações de um mesmo objeto, restringindo-se, apenas, ao tratamento de um único tipo de registro.

Em alguns casos, negligencia-se o fato de que o estudo das funções contempla os diferentes tipos de representação de forma intrínseca, optando-se por enfatizar apenas o aspecto algébrico. E, quando são trabalhadas, as representações tabulares e gráficas ficam restritas ao nível de comunicação de informações por meio de leitura e interpretação, deixando em segundo plano as suas construções.

Na perspectiva de Duval (2006), primeiramente, é necessário determinar as condições cognitivas que possibilitam a compreensão de um determinado tópico matemático, para, então, analisar a origem das dificuldades dos discentes em assimilar esse assunto. O aluno compreende determinado tópico à medida que efetua a coordenação entre as representações, realizando as devidas conversões, isto é, modificando a forma como o conhecimento é representado, objetivando a complementaridade entre esses registros.

Destacam-se esses aspectos no trecho a seguir:

A função que os símbolos exercem na matemática não é substituída por objetos, mas por outros símbolos. O que importa não são as representações, mas sua transformação. Diferente de outras áreas do conhecimento científico a transformação de símbolos e representações semióticas são o coração da atividade matemática. (DUVAL, 2006, p. 107).

Em consonância com a teoria de Duval, Damm (1999) enfatiza que não há construção de um determinado conhecimento matemático sem que haja mobilização entre seus registros.

É imprescindível a articulação entre duas representações de um mesmo tópico a fim de que haja apreensão dos conceitos. A mudança de registro não implica apenas a alteração da forma de tratamento de um mesmo objeto, mas, para haver a articulação entre esses aspectos, é necessário explicitar suas propriedades e diferenças, sendo essa uma condição essencial para a compreensão de um conceito (DUVAL, 2003).

Enfatiza-se, também, que ao fazer a transposição entre a representação algébrica de uma função e seu respectivo gráfico, diz-se que houve uma conversão da representação, conservando o objeto. Normalmente os gráficos são construídos no plano cartesiano a partir da localização de cada par ordenado $(x, f(x))$, sendo que o valor da função f em um ponto x é calculado por meio da expressão algébrica da função f . E, para a construção de uma nova representação gráfica, semelhante à anterior, todo o processo é repetido. No entanto, se forem consideradas todas as funções pertencentes a uma mesma “família”, os demais gráficos podem ser construídos mediante movimentos geométricos, como, por exemplo, translação e simetria axial, possibilitando, dessa forma, a análise das alterações ocorridas na representação gráfica a partir da modificação dos parâmetros da expressão algébrica da função.

Moretti (2003, p.159) corrobora essa idéia ao afirmar que,

[...] na translação de uma curva cuja forma já é conhecida, esse tipo de transformação pode contribuir para que o aluno perceba o traçado/eixo como uma imagem que representa um objeto descrito por uma expressão algébrica muito próximo de uma perspectiva preconizada nos trabalhos de Duval.

A tabela, o gráfico e a expressão algébrica de uma função propiciam uma representação parcial, com especificações próprias e, quando articuladas, permitem a complementaridade entre os registros, possibilitando a compreensão de novos aspectos sobre esse objeto de estudo.

3. O uso planilha no processo de ensino-aprendizagem

Dada a atual conjuntura do mercado de trabalho, o domínio do computador é a ferramenta mais exigida em qualquer situação. Em decorrência disso, a escola assume a tarefa de contribuir para a formação de sujeitos aptos a intervirem em uma sociedade em que a tecnologia ocupa um espaço sempre crescente. Nesse contexto, o uso das tecnologias acarretou reflexões e mudanças educacionais destacadas por Dullius e Quartieri (2007, p. 2):

A presença das tecnologias, principalmente do computador, requer das instituições de ensino e do professor novas posturas frente ao processo de ensino e de aprendizagem. Essa educação necessitará de um professor mediador do processo de interação tecnologia/aprendizagem, que desafie

constantemente os seus alunos com experiências de aprendizagem significativas, tanto presenciais como a distância.

É fundamental, portanto, que os alunos explorem ao máximo os recursos tecnológicos, de modo especial, no ensino da Matemática, utilizando softwares que propiciem um trabalho significativo e dinâmico. A utilização desses recursos nas instituições educacionais contribui para o enriquecimento desse processo, favorecendo desse modo, a participação ativa, crítica e criativa dos discentes.

O sucesso obtido com a utilização do computador no meio educacional depende dos mecanismos e estratégias adequadamente adotados com objetivo da inserção do aluno no mundo digital. Não basta, no entanto, disponibilizar o acesso à tecnologia, deve-se proporcionar a utilização desses recursos – tanto para professores quanto para alunos - como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem, permitindo a descoberta de novas relações e encaminhando a construção de novos modelos.

A inserção das novas tecnologias da informática no processo educacional visa a colaborar para a quebra de barreiras entre as várias disciplinas curriculares, permitindo que elas se complementem por meio da interdisciplinaridade. Pais (2005, p. 31) enfatiza que,

Se houve uma época em que as disciplinas escolares sobreviviam através do fechamento de suas fronteiras, criando territórios isolados, a superação dessa concepção toma, hoje, um sentido fundamental para a expansão de seus valores educativos. A superação desse desafio passa pelo cultivo de uma postura interdisciplinar na prática pedagógica.

Conseqüentemente, é função do professor superar a fragmentação do conhecimento, estabelecer relações entre as diversas áreas do saber e contextualizar o conhecimento, objetivando a compreensão da realidade por parte do aluno, bem como o seu engajamento na sociedade de forma efetiva.

O aluno, por sua vez, passa a ser o construtor de seu conhecimento, e não mais mero receptor de informações. Por meio das novas tecnologias, o discente deve vislumbrar as diversas possibilidades de ampliação dos limites físicos da sala de aula, avançando em direção às novas descobertas. É imprescindível que o educando seja estimulado a indagar, questionar, formular hipóteses e elaborar conclusões a fim de aplicar o conhecimento

matemático no cotidiano e em outros domínios do conhecimento. Dessa forma, a escola assume a tarefa de contribuir para a formação de indivíduos aptos a intervirem em uma sociedade em que a tecnologia ocupa um espaço cada vez maior.

É pertinente destacar que apenas a presença dos recursos tecnológicos no ambiente escolar não acarreta transformações na práxis educacional. Essa é uma condição necessária na obtenção de resultados significativos quanto à aprendizagem, porém não é o suficiente. O uso de softwares que proporcionam a exploração conjunta das diferentes representações de uma função - algébrica, gráfica e tabular - torna flexível a passagem de uma representação para outra. O dinamismo da imagem torna a aprendizagem significativa, permitindo a experimentação e a visualização de suas formas representativas. A geração de gráficos vinculados a tabelas e expressões analíticas facilita o estabelecimento das relações entre os coeficientes de uma função. Ao modificar seus parâmetros, o aluno explora um determinado modelo nas condições mais diversas, contribuindo, dessa maneira para a construção de seu conhecimento de forma mais completa.

Borba e Penteado (2005, p.44) destacam essa idéia:

[...] há pedagogias que harmonizam com as mídias informáticas de modo a aproveitar as vantagens de suas potencialidades. Essas vantagens podem ser vistas como sentido a possibilidade de experimentar, de visualizar e de coordenar de forma dinâmica as representações algébricas, tabulares, gráficas e movimentos do próprio corpo.

No decorrer do estudo de funções, devem ser exploradas as noções de variável, dependência, regularidades e generalizações, ao fazer uso de atividades que propiciem a familiarização com as diversas formas de representá-las.

A utilização das representações tabular, analítica e gráfica permite o conhecimento de como as grandezas variam uma em “função” da outra. Segundo Vasconcelos (1996, p. 46): “Conhecer é estabelecer relações; quanto mais abrangentes e complexas forem, melhor o sujeito estará conhecendo.”

Construir conhecimento significa elaborar a sua síntese, a partir das experiências de cada indivíduo em contato com as informações e com seus pares interlocutores. Com o advento da tecnologia ampliou-se a possibilidade de obtenção de informações de forma considerável, multiplicando-se as condições de elaboração da síntese do conhecimento. O grande desafio

para os educadores é desenvolver propostas metodológicas que se utilizem dos recursos tecnológicos para acessar as informações, estabelecer associações e aplicá-las em novas situações, propiciando ao aluno a compreensão de conceitos, a construção e a reconstrução do conhecimento.

Nesse sentido, é que se propõe analisar a possibilidade de construção e reconstrução desse conceito, por meio da exploração das potencialidades da planilha eletrônica, desenvolvendo processos entrelaçados de coordenação das múltiplas representações.

4. A planilha e a compreensão do conceito de função

Encontram-se disponíveis no mercado diversos programas que podem ser utilizados no processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Muitos deles, apesar de apresentarem em sua interface recursos de hipermídia interessantes, reproduzem modelos tradicionais de ensino, nos quais os alunos testam seus conhecimentos respondendo a exercícios repetitivos, ou do tipo tutorias, em que os discentes lêem definições e propriedades, para, então, responder questões referentes ao assunto tratado.

Dentro da perspectiva em que o educando é o construtor do próprio conhecimento matemático, existem programas em que é possível elaborar conjecturas, testar hipóteses, estabelecer relações e generalizar.

Em consonância com essa concepção, Morgado (2003) subdivide esses programas em dois subgrupos. Na primeira categoria encontram-se os softwares projetados para fins educacionais, e que podem ser utilizados como potentes ferramentas pedagógicas. Dentre eles, destacam-se: Cabri-Géomètre, Modellus, Graphmatica, Logo e o Winplot. No segundo subgrupo têm-se os aplicativos produzidos com finalidades mais amplas, e que podem ser explorados com fins educativos. São os construtores e transformadores gráficos, calculadores numéricos, programas que viabilizam a criação e manipulação de banco de dados, e as planilhas.

Ao longo do tempo, à medida que a utilização de computadores pessoais disseminou-se, o contato com aplicativos de edição de texto, planilha de cálculo, banco de dados relacionais, elaboração de apresentações, entre outros, de certa forma, popularizou-se. Em especial, a planilha é um tipo de aplicativo muito utilizado em várias áreas do conhecimento e profissões. Trata-se de uma ferramenta computacional com muitos recursos relacionados ao cálculo de funções encadeadas e à confecção de gráficos, principalmente.

Esse recurso possui muitas funções e fórmulas pré-programadas, abrangendo áreas como: a estatística, a financeira, o processamento de texto, a matemática, o processamento de informações, a engenharia e a lógica, entre outras. Isso certamente facilita a utilização desse recurso no ensino fundamental e médio, pois se evita a necessidade de programação ou da utilização de uma sintaxe complexa, que demandaria mais tempo para se ensinar o uso do recurso do que de fato para explorar os conceitos matemáticos.

Ferreira e Gomes (2007, p.10) incentivam o uso desse recurso como um facilitador da aprendizagem de matemática, ao afirmarem:

O Excel é uma planilha eletrônica em que a utilização correta pressupõe a compreensão de conceitos matemáticos. O programa é capaz de racionalizar e simplificar as ferramentas fundamentais da planilha, tornando-as mais acessíveis a estudantes e professores.

Morgado (2003, p 26) destaca a perspectiva de interação, ao fazer uso da planilha em atividades educacionais, pois:

Os objetos matemáticos que podem ser representados na tela do computador (fórmulas, tabelas, gráficos, etc.) constituem-se na materialização de ações mentais dos alunos, utilizando os comandos disponíveis pelo aplicativo.

Verifica-se, então, que o uso desse recurso viabiliza um trabalho alternativo à aula tradicional, por meio da exploração das potencialidades do software, privilegiando a interação entre aplicativo, aluno e professor.

Devido à possibilidade de escrever equações em sintaxe própria e simples, executar cálculos com rapidez e propagar as atualizações e alterações de forma automática, é possível que o usuário se concentre no assunto principal, sem perder o foco em outras tarefas auxiliares e paralelas.

O software permite a construção gráfica, viabilizando a coordenação das múltiplas representações de uma função e, conseqüentemente, possibilitando a compreensão desse conceito. Além disso, alguns aspectos, como, por exemplo, a translação e simetria de funções, podem ser facilmente construídas com base nas vantagens mencionadas acima. Essas características, aliadas ao recurso de criação de gráficos, podem ser muito exploradas. Os gráficos criados são automaticamente atualizados, conforme são alterados os valores das variáveis x e y , como acontece no caso citado anteriormente,

da translação e da simetria, em que o professor e os alunos podem alterar facilmente a função para constatar tais propriedades.

5. Atividades para o ensino de funções do 1º grau utilizando a planilha

Duval (1993, 1999) afirma que menos de 2% dos discentes que estudaram funções afins, mediante um trabalho de leitura de um par de números sobre um gráfico e pela designação de um ponto a partir de um par de números, reconhecem $y = x$ e $y = -x$ nas suas respectivas representações gráficas. E que menos de um terço distinguem graficamente as funções $y = 2x$ e $y = x + 2$. Ele ainda destaca que a repetição dessas duas operações não é o suficiente para haver a conversão entre os registros algébrico e gráfico. Salienta que cada registro semiótico de uma representação tem uma forma específica de funcionamento, a qual os alunos devem tornar-se conscientes a fim de que haja a apreensão de um determinado conceito.

Moretti (2003) destaca que a construção gráfica das funções, nas atividades de ensino, é feita por meio da junção de pontos localizados no plano, e que as coordenadas desses pontos são calculadas por intermédio de substituições na expressão algébrica correspondente, não privilegiando a construção gráfica da família das funções e a percepção da relação existente entre seus coeficientes e as curvas construídas.

Na perspectiva de um trabalho que vincule as representações gráfica e algébrica de uma função afim, a presente atividade tem como objetivo proporcionar a avaliação, por parte dos alunos, das alterações produzidas nos gráficos a partir das modificações paramétricas. Dessa forma, objetivou-se a “[...] associação variável visual da representação \leftrightarrow unidade significativa da escrita algébrica.” (DUVAL, 1988, citado por MORETTI, 2003, p.151).

As atividades propostas nesse capítulo têm por objetivo proporcionar situações nas quais os alunos reflitam sobre conceitos como rotações acarretadas pela alteração do coeficiente angular, e translações verticais promovidas a partir da modificação do coeficiente linear. Enfatiza-se ainda a determinação do ponto onde a função de primeiro grau se anula (zero da função), e a análise dos valores da variável independente que tornam a função positiva ou negativa.

5.1. Primeira atividade

Construir, em um mesmo plano cartesiano, os gráficos das funções $y_1 = x$, $y_2 = 2x$, $y_3 = 3x$, $y_4 = 4x$ e $y_5 = 5x$. Para isso solicita-se que seja seguido o seguinte roteiro:

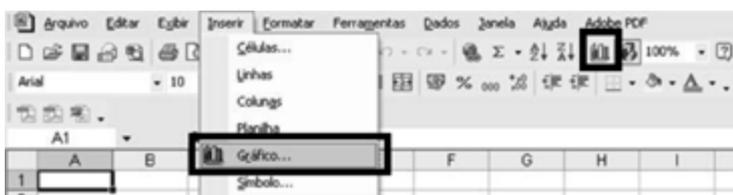
	A	B	C	D	E	F
1	x	$y_1=x$	$y_2=2x$	$y_3=3x$	$y_4=4x$	$y_5=5x$
2	-3					
3	-2,5					
4	-2					
5						
6						
7						
8						
9						
10						

- (a) Digitar nas células A2, A3, e A4 respectivamente os valores -3; -2,5 e -2.
- (b) Selecionar as referidas células, conforme mostra a figura abaixo:

	A	B	C	D	E	F
1	x	$y_1=x$	$y_2=2x$	$y_3=3x$	$y_4=4x$	$y_5=5x$
2	-3					
3	-2,5					
4	-2					
5						
6						
7						
8						
9						
10						

- (c) Arrastar até a célula A14, de forma que apareçam os números de -3 a 3, com variação de 0,5. Obs: Para arrastar é necessário posicionar o cursor sobre o canto inferior direito da célula (alça da célula) que é representado por um pequeno quadrado. Note que o cursor muda de uma cruz larga para uma mais estreita.
- (d) Na célula B2, digitar: o sinal de “=”, o coeficiente da função, o sinal de multiplicação (*) e, por último, selecionar a célula A2.

- (e) Clicar na célula que contém a fórmula digitada, posicionando o cursor no canto inferior da célula, arrastá-lo até o fim da tabela (de cima para baixo, sempre sobre a mesma coluna).
- (f) Repetir os procedimentos dos itens **d** e **e** para as funções $y_2 = 2x$, $y_3 = 3x$, $y_4 = 4x$ e $y_5 = 5x$.
- (g) Selecionar toda a tabela e, em seguida, no menu Inserir, clicar na opção **Gráfico**, conforme a figura a seguir.



- (h) Na caixa de diálogo que se abrir (ver figura seguinte) selecionar a opção **Dispersão**  **Dispersão (XY)** e no painel da direita (subtipo de gráfico) escolher o “dispersão com pontos de dados conectados por linhas suaves sem marcadores” (veja figura).



- (i) Clicar no botão 

- (j) Na caixa de diálogo que se abrir com a guia (orelha superior da janela) “Intervalos de dados”, seleccionar (marcar) “Séries em: colunas”.



- (k) Clicar no botão **Avançar >**.

- (l) Na nova caixa de diálogo e na guia “Título”, digitar um título para o gráfico. Na mesma janela, logo abaixo, colocar uma legenda para o eixo x (abscissas) e outra para o eixo y (ordenadas).

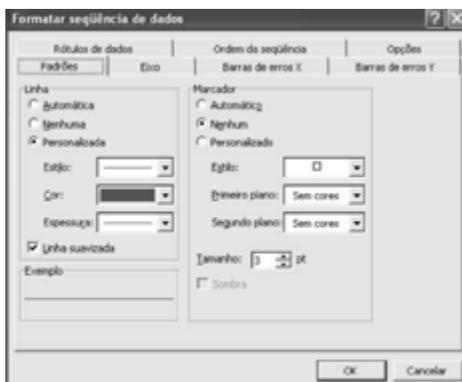


- (m) Clicar no botão **Avançar >**.

- (n) Para posicionar o gráfico, selecionar a opção: “Como objeto em: plan 1”, na última janela que se abriu e clicar no botão



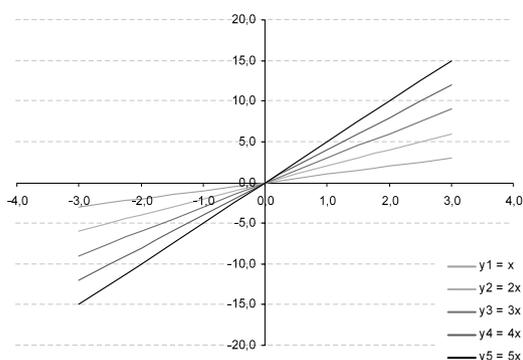
- (o) Para alterar as cores ou as linhas (tipo ou espessura) do gráfico recém criado, seguir os seguintes passos: posicionar o cursor sobre a área do gráfico e clicar no botão direito do *mouse*. No menu suspenso que se abrir selecionar a opção  **Formatar seqüências de dados...** e, em seguida, escolher a guia “Padrões” para configurar o gráfico ao gosto.



- (p) A área de plotagem e a área do gráfico, assim como qualquer outro elemento do gráfico podem ser formatados, isto é, alterados para refletir o gosto pessoal de forma semelhante.
- (q) O que faz a inclinação da reta variar em relação ao eixo das abscissas?
- (r) Em que ponto os gráficos dessas funções interceptam o eixo x?

Os gráficos construídos são exemplos de *função linear*. A função linear é um caso particular da função afim. Sua lei é $y = ax$, com $a \neq 0$.

A Figura 1 apresenta a tabela e os gráficos construídos na planilha a partir da modificação do valor do coeficiente angular da função linear.



x	$y_1 = x$	$y_2 = 2x$	$y_3 = 3x$	$y_4 = 4x$	$y_5 = 5x$
-3,0	-3,0	-6,0	-9,0	-12,0	-15,0
-2,5	-2,5	-5,0	-7,5	-10,0	-12,5
-2,0	-2,0	-4,0	-6,0	-8,0	-10,0
-1,5	-1,5	-3,0	-4,5	-6,0	-7,5
-1,0	-1,0	-2,0	-3,0	-4,0	-5,0
-0,5	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
1,5	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
2,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
2,5	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5
3,0	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0

Figura 1 – Tabela e gráfico construídos na primeira atividade

5.2. Segunda atividade

Utilizar o procedimento anterior para construir os gráficos das seguintes funções: $y_1 = -x$, $y_2 = -2x$, $y_3 = -3x$, $y_4 = -4x$ e $y_5 = -5x$, em um único plano cartesiano.

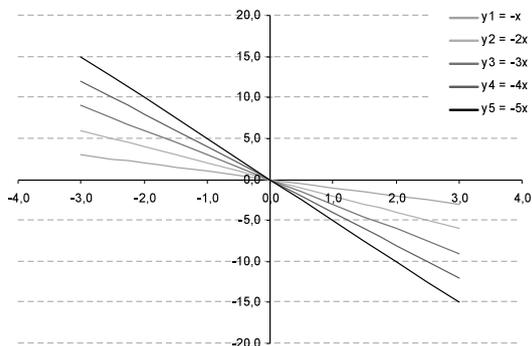
Dica: Copiar a tabela da atividade anterior, alterando apenas a lei de formação de cada função.

(a) Comparar esses resultados com os gráficos do exercício anterior.

Explicar o que os diferencia.

- (b) Elaborar uma conclusão sobre o que ocorre com o gráfico de uma função linear quando o coeficiente de x é positivo e quando ele é negativo.

A Figura 2 mostra a tabela e gráficos resultantes da segunda atividade.



x	$y_1 = -x$	$y_2 = -2x$	$y_3 = -3x$	$y_4 = -4x$	$y_5 = -5x$
-3,0	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0
-2,5	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5
-2,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
-1,5	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
-1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
-0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5
1,0	-1,0	-2,0	-3,0	-4,0	-5,0
1,5	-1,5	-3,0	-4,5	-6,0	-7,5
2,0	-2,0	-4,0	-6,0	-8,0	-10,0
2,5	-2,5	-5,0	-7,5	-10,0	-12,5
3,0	-3,0	-6,0	-9,0	-12,0	-15,0

Figura 2 - Tabela e gráficos construídos na segunda atividade

5.3. Terceira atividade

O objetivo é mostrar que a construção dos gráficos de funções polinomiais de primeiro grau, do tipo $f(x) = ax + b$ com $a \neq 0$, pode ser obtida mediante movimentos de translação no gráfico da função linear $y = ax$, com $a \neq 0$.

(a) Construir no mesmo sistema cartesiano, os gráficos das funções:

$$y_1 = x, y_2 = x + 1, y_3 = x + 2, y_4 = x + 3 \text{ e } y_5 = x + 4.$$

Dica: Copiar a tabela da primeira tarefa e alterar a lei de formação de cada função.

(b) Construir no mesmo sistema os gráficos das funções: $y_1 = x$, $y_2 = x - 1$, $y_3 = x - 2$, $y_4 = x - 3$ e $y_5 = x - 4$.

Comparar os gráficos construídos nos itens **a** e **b** com a função $y_1 = x$. O que acontece com o gráfico quando somamos ou subtraímos uma constante positiva na variável x ?

Na figura 3 tem-se os gráficos construídos nos itens a e b da referida atividade. Esses foram construídos, em um único sistema de eixos cartesianos, a fim de permitir a análise das modificações ocorridas na representação gráfica, mediante a alteração do parâmetro b , por parte do aluno. Torna-se visível que essas transformações correspondem ao movimento de translação vertical de uma unidade para baixo ou para cima do gráfico da função linear $y_1 = x$

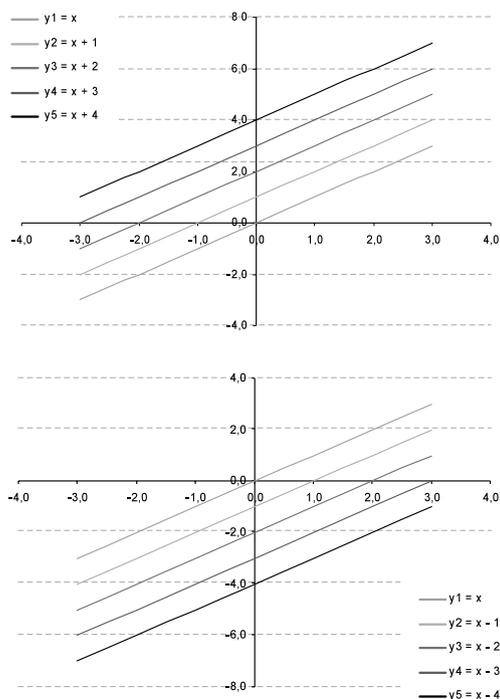


Figura 3 – Gráficos construídos na terceira atividade

Para cada uma das funções seguintes, determinar o ponto em que cada gráfico intercepta o eixo x .

Função	Para qual valor de x temos $y = 0$?
$y_1 = x$	
$y_2 = x + 1$	
$y_2 = x + 2$	
$y_3 = x + 3$	
$y_4 = x - 1$	
$y_5 = x - 2$	
$y_6 = x - 3$	

Denomina-se zero ou raiz de uma função $y = ax + b$ com $a \neq 0$, o valor de x que anula a função. Esse valor é dado pela raiz da equação $ax + b = 0$.

Geometricamente, o zero de uma função afim é a abscissa do ponto em que a reta corta o eixo x .

Além disso, a partir do gráfico, analisa para quais valores de x cada uma das seguintes funções é positiva ou negativa.

Função	Para quais valores de x temos $y > 0$	Para quais valores de x temos $y < 0$?
$y_1 = x$		
$y_2 = x + 1$		
$y_2 = x + 2$		
$y_3 = x + 3$		
$y_4 = x - 1$		
$y_5 = x - 2$		
$y_6 = x - 3$		

Convém destacar que, nessa atividade, foi contemplada a conversão das três diferentes representações de uma função, como preconiza a teoria de Duval.

Para Duval (2006), as práticas que permitem a conversão entre os diferentes tipos de registros possibilitam a compreensão da complexidade

cognitiva no aprendizado da Matemática e no processo de pensamento requerido pela atividade matemática.

A utilização da planilha permite que os alunos manipulem as representações dos objetos matemáticos, oferecendo suporte às suas experimentações, generalizações e conjecturas, auxiliando-os na construção do conceito de função.

Destaca-se a utilização desse recurso tecnológico no desenvolvimento da noção de função, por meio da exploração simultânea das representações algébrica, tabular e gráfica, viabilizando a coordenação entre essas formas. Na perspectiva de Duval (2003, 2006), a construção do conhecimento ocorre, nesse contexto, quando o sujeito faz a transferência entre os registros de representação de um mesmo objeto de estudo. Os exemplos propostos exploram as noções de variável, de dependência, de regularidade e de generalização, simultaneamente.

Um planejamento adequado para o emprego de um ambiente informatizado proporciona, também, a compreensão da noção de função mediante a geração de gráficos vinculados a tabelas e a expressões analíticas.

6. Considerações finais

Nesse trabalho, procurou-se destacar as potencialidades do uso da planilha na compreensão do conceito de função. O suporte oferecido por esse ambiente computacional permite a superação das dificuldades encontradas nas representações tabulares e gráficas, utilizando como recursos apenas o lápis e o papel.

A exemplificação de situações objetivou a exploração de um determinado modelo de função em diferentes situações, de forma a facilitar a compreensão da referida noção por meio da modificação de seus parâmetros e da análise das conseqüências dessas alterações de forma rápida. A possibilidade de apresentar em um único sistema de eixos cartesianos as representações gráficas de um modelo matemático permite que o aluno identifique o movimento aplicado no gráfico da função básica.

A matemática, para ser útil, deve ajudar a entender a realidade. Se o aluno perceber as funções como modelos, terá mais oportunidades de ver a matemática dessa forma. A manipulação paramétrica tem, por isso, a finalidade de fazer que ele incorpore mais facilmente essa idéia.

O trabalho proposto nesse ambiente informatizado possibilita a coordenação das diferentes representações de uma função simultaneamente,

conforme sugere a teoria de Duval, privilegiando a análise dos resultados obtidos a partir das ações realizadas pelos alunos.

Enfatiza-se que não há garantia de mudanças expressivas no processo de ensino-aprendizagem apenas com a inserção de professores e alunos no mundo digital. É necessário aliar ao emprego dos recursos tecnológicos uma metodologia que propicie a construção de conceitos, o desenvolvimento de procedimentos e o enfrentamento de novas situações, objetivando a ação consciente do aluno sobre o objeto em estudo.

Referências

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática - 3º e 4º Ciclos*. Brasília, 1998.

DAMM, Regina Flemming. Registros de Representação. In: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (org.). *Educação Matemática: uma introdução*. São Paulo: EDUC, 1999. p. 135-153.

DULLIUS, Maria Madalena; QUARTIERI, Marli Teresinha. Recursos computacionais nas aulas de matemática. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 9., 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SBEM, 2007. 1CD-ROM.

DUVAL, Raymond. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. In: DIDACTIQUE ET SCIENCES COGNITIVES, 5, 1993, Strasbourg. *Annales*. Strasbourg: IREM, 1993.

_____. Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. *The Psychology of Mathematics Education* v.1, n. 1, p. 2-26, Oct. 1999. Disponível em: <http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/1a/30/a7.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2008.

_____. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (org.). *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*. Campinas: Papirus, 2003. p. 11-33.

_____. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, v. 61, n. 1, p. 103-131, Feb. 2006.

FERREIRA, Antomar Araújo; GOMES, Elimar Cândida. Os aplicativos Cabri Géomètre II, Excel e Winplot no ensino de matemática na educação básica. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 9., 2007., Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SBEM, 2007.1CD-ROM.

MORETTI, Mércles Thadeu. A translação como recurso no esboço de curvas por meio da interpretação global de propriedades figurais. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (org.). *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*. Campinas: Papirus, 2003. p. 149-160

MORGADO, Maria José Lenharo. Formação de professores de matemática para o uso pedagógico de planilhas eletrônicas de cálculo de análise de um curso a distância via internet. 2003. 284 f. Tese (Doutorado em Educação) - UFSC, Florianópolis, 2003.

PAIS, Luiz Carlos. *Educação Escolar e as Tecnologias da Informática*. Autêntica, 2005.

VASCONCELOS, Celso dos Santos. *Construção do conhecimento em sala de aula*. São Paulo: Libertad, 1996.

O SENSORIAMENTO REMOTO COMO RECURSO PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Juliana Mariani Santos¹

Regis Alexandre Lahm²

Regina Maria Rabello Borges³

1. Introdução

Este capítulo apresenta a avaliação de uma proposta educacional sobre ecossistemas utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta, a partir de um trabalho integrado com alunos de graduação de Ciências Biológicas. Esses alunos, futuros professores de Ciências, tiveram a oportunidade de vivenciar uma proposta diferenciada para o ensino de biomas utilizando uma tecnologia nova na educação, avaliando e debatendo em sala de aula assuntos relevantes para sua formação e o processo de ensino e aprendizagem relacionado à proposta.

Em Biologia, o sensoriamento remoto pode contribuir na aprendizagem dos alunos de muitas maneiras. Por exemplo, os biomas já são conhecidos por figuras em livros, descrições e mapas, mas o estudo em imagens de satélite em tempo real é novidade nas escolas. Esse recurso permite ver o que de outro modo só poderíamos imaginar. Associar informações teóricas com o visual ajuda o aluno a situar-se em um universo de novidades.

¹ Licenciada em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. E-mail: ju.mariani@gmail.com.

² Graduado em Geografia, mestre em Sensoriamento Remoto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/Laboratório de Tratamento de Imagens e Geoprocessamento. E-mail: lahm@puers.br.

³ Licenciada e bacharel em História Natural, mestre em Educação e doutora em Educação. É professora adjunta da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, atuando na Faculdade de Biociências e na Faculdade de Física, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, do qual é coordenadora. E-mail: rborges@puers.br.

Com o sensoriamento remoto, o aluno pode observar lugares e estudá-los com uma nova perspectiva e visão espacial. Essa tecnologia cria novas oportunidades de aprendizagem. O recurso já vem mostrando bons resultados e aceitação dos alunos e professores em outros estudos. Há necessidade de atualizar a educação básica no país e buscar novas formas de inovar o ensino, para superar o tradicional educar ainda presente nas escolas.

Nesse contexto, foi realizado um estágio docente na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Ciências, a fim de refletir com os alunos a atualização do ensino de Ecologia por meio da utilização do sensoriamento remoto. Foram debatidas as possibilidades de um trabalho interdisciplinar e as potencialidades deste recurso na escola, propondo uma reflexão sobre o que são os biomas brasileiros, sua importância e como nós os afetamos.

Antes de apresentar a pesquisa realizada durante o estágio referido e comentar os resultados dessa experiência, a partir da análise dos depoimentos dos licenciandos em Ciências Biológicas, este texto consta de uma breve discussão sobre a formação de professores no ensino superior e as possíveis contribuições das geotecnologias em sala de aula.

2. Importância e significado do estudo: a formação de futuros professores

O professor necessita estabelecer uma relação entre sua formação acadêmica, a escola e a sociedade contemporânea. É importante que saiba continuar a aprender, reaprendendo, redescobindo, não se estagnando em uma docência perdida no tempo, pois “A tradicional função de ensinar do professor passou a ter uma complexidade da qual o mestre sente-se incapaz de dar conta” (ENRICONE, 2006, p.92). Então, se o professor não segue seus estudos e não atualiza sua prática, não acompanha o mundo em que seus alunos vivem.

Não basta o conhecimento dos conteúdos científicos em seus aspectos epistemológicos e históricos. O professor pode relacionar com os conteúdos específicos o contexto social e cultural, econômico e político em que estão inseridos ele e o aluno. O professor em formação pode tomar consciência dessa forma de ensinar na universidade e é importante que lá aprenda a equilibrar os conhecimentos adquiridos no curso superior com o que precisa para ensinar em sala de aula. Segundo Leite (2004, p.68),

Para que o professor organize seu ensino, segundo orientações construtivas, é indispensável que seja não um pesquisador profissional, mas um profissional pesquisador. Do contrário, dificilmente conseguirá ser um orientador de aprendizagem numa perspectiva de construção de conhecimentos científicos.

É recomendável que o professor seja também pesquisador em sala de aula e entenda que o aluno tem idéias próprias sobre os assuntos científicos, para poder orientar melhor o aluno a construir seu aprendizado. Na citação que segue, Enricone (2006, p.18) coloca o papel do professor universitário, mas os aspectos mencionados no texto poderiam ser ampliados a outros níveis de ensino, já que as características a seguir são importantes em qualquer professor, que é

[...] um interprete de sua disciplina, é um mediador entre o conteúdo que ensina e o seu e o horizonte de compreensão do seu aluno, entre seu conhecimento especializado e um sujeito em formação e [...] precisa ser um inovador na perspectiva de ruptura com modelos existentes e de procura de novos paradigmas e de adoção crítica de tecnologias inovadoras.

Cada vez mais os professores enfrentam novos desafios. Nos dias de hoje se espera mais dos professores e da escola, cada vez surgem mais requisitos a serem preenchidos pelo professor e pelo ensino. O currículo, a metodologia, a postura do professor e as instituições de ensino precisam acompanhar as exigências e as mudanças deste novo tempo. Precisamos vencer desafios e fazer com que os alunos se interessem pelo aprendizado, pelas ciências e pelo conhecimento. Para isso é necessário acompanhar as atualizações que surgem na sociedade.

A desatualização do currículo e sua desconsideração ao contexto dos alunos, não apenas nas disciplinas que abordam conhecimentos científicos, mas também nas demais, representam uma das causas apontadas para o desinteresse de muitos nos estudos. (ROCHA FILHO, 2007, p.16)

É fundamental também a contextualização dos assuntos trabalhados em aula conforme a realidade vivida pelos alunos, para que eles possam se identificar e se interessar mais pela aprendizagem, tornando-a significativa. O professor que está completando seu curso na faculdade e ingressando no meio escolar pode ter isso em mente.

Se considerarmos que a escola e a própria universidade, como instrumentos da cultura, necessitam evoluir, deixando de ser aparelhos de reprodução social, para tornarem-se ferramentas indispensáveis à construção de uma sociedade mais justa, que alternativas temos? Quais os caminhos a seguir? (MORAES, 1999, p. 26)

São possíveis muitas respostas e este trabalho é um esforço para responder de alguma maneira a essas perguntas, sugerindo mais um caminho que o professor possa tomar para fugir da reprodução, da infertilidade das aulas de Ciências. Neste contexto, o professor em formação precisa do contato com novidades para que possa escolher utilizá-las ou não futuramente, aprimorando sua prática docente com assuntos atuais e novos recursos disponíveis.

Freire (1996, p.87) coloca em sua obra *Pedagogia da Autonomia* que nunca foi ingênuo quanto à tecnologia: “não a divinizo, de um lado, nem a diabolizo, de outro.” Uma das exigências da atual situação do ensino é inovar a prática pedagógica. E, para isso, o professor pode fazer uso de novas tecnologias e recursos, contanto que esteja preparado e ciente de suas ações e do material que emprega em sala de aula.

A sociedade em geral se comporta acriticamente frente às informações e à realidade. Os alunos que ingressam no ensino superior muitas vezes têm atitudes que condizem com essa condição de espectador e objeto, assim como os alunos do ensino fundamental e médio. Essa posição de observador, sem esforço de compreensão e análise da realidade e dos desafios que enfrentam, é aceita pela sociedade e os esforços para mudar esse tipo de comportamento começam com a educação, pela ação dos educadores. Só com essa mudança “a universidade poderá levar a sociedade à elucidação do que ocorre no seu seio, nos múltiplos aspectos da realidade, natural, social, cultural.” (LUCKESI, 1984, p.143).

O espaço de formação dos professores, a universidade, tem papel importantíssimo para a sociedade e o estabelecimento de novos pensantes, críticos, cidadãos autônomos e com poder de decisão, que irão lecionar para nossos filhos, netos, irmãos. Milhões de crianças se formarão com professores que hoje freqüentam os muitos cursos superiores de nosso país.

O ambiente universitário é essencial para a educação de qualidade nas escolas. Há uma preciosa interação da educação superior com a educação básica. Se no ensino superior o professor não desenvolver capacidades de pensar por si próprio, de ser autônomo e inovador, há possibilidade de seus alunos estarem apenas preocupados com avaliações e vestibulares,

passando anos de suas vidas sendo espectadores da realidade, sem capacidade para compreender aspectos dessa realidade, formando-se cidadãos apáticos e não-participantes de seu contexto social.

3. Novas tecnologias como recurso didático na educação científica e tecnológica

A informação está em todo o lugar e o professor precisa acompanhar as transformações sociais, trazendo mais dispositivos, mais novidades para o aluno (SAMPAIO, 1999). Os avanços tecnológicos são iminentes e não podemos ignorá-los, mas sim incorporá-los à prática pedagógica. Nossos alunos respiram Internet e novidades tecnológicas, assistem a realidade na televisão e nossa aula de amanhã está nos seus monitores hoje, mas o que fazer com essas informações? Isto o aluno precisa saber. O professor passa a ter papel de mediador e guia do aluno para o saber, fazendo das muitas informações disponíveis um aprendizado.

Utilizar o Sensoriamento Remoto como recurso didático-pedagógico, como ferramenta auxiliar em unidades de aprendizagem, pode facilitar a construção de conhecimentos sobre determinado conteúdo. Isto foi constatado nesta pesquisa, a partir do trabalho conjunto com licenciandos em Biologia. Mas de nada adianta disponibilizar imagens de satélite para alunos, se os mesmos não souberem como interpretar as informações que contêm essas imagens. Os professores precisam auxiliar o aluno a interpretar as imagens, o aluno precisa dar significado ao que vê e aprende. Portanto, qualquer recurso novo que se utiliza em sala de aula precisa ser dominado pelo professor. Qualquer tecnologia é uma extensão da capacidade humana. Sem a correta utilização, a tecnologia não tem sentido.

Para atualizar a educação escolar, então, precisamos ter pés no chão, no mundo atual, o qual sofre constantes mudanças às quais os alunos estão expostos no seu dia-a-dia. Por esse motivo não convém ignorar os avanços tecnológicos que nos cercam.

Unir o recurso do sensoriamento remoto ao estudo de conceitos de ecologia parece ser um caminho promissor para conciliar o estudo de importantes temas, como o dos biomas, apresentando novidades que os sujeitos nas salas de aula tanto almejam. Precisamos conhecer o ambiente em que vivemos, pois dependemos dele. Estamos inseridos em um grande sistema, que sem nossa influencia é auto-suficiente e magnífico por sua riqueza de vida e pelo fluxo de energia capaz de mantê-lo equilibrado, por isso temos que conhecê-lo melhor e respeitá-lo.

A ciência da vida pode ter muitos benefícios com técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. É possível trabalhar conteúdos de diversas disciplinas, de forma diferenciada e interdisciplinar, aproveitando conhecimento de outras áreas. As imagens de satélite possibilitam identificar diferentes tipos de vegetação, bem como os biomas. Podemos trabalhar com a dispersão da fauna e da flora e reconhecer diferentes terrenos, identificando florestas, áreas degradadas ou de plantio, além de desastres ambientais, como enchentes, erosão, desflorestamento e poluição. Podemos monitorar a qualidade da água e estudar muitas outras questões relativas à disciplina de Biologia, envolvendo, como citado anteriormente, a biogeografia e a ecologia. O ensino da Biologia merece uma nova abordagem.

4. Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto é uma tecnologia usada há muitos anos para diversos fins. A fotografia é uma forma de sensoriamento remoto. Temos o alvo, que é o que queremos fotografar; o sensor, que é a máquina fotográfica; e a energia, em forma de flash. Com isso tudo é possível capturarmos imagens, as fotos. Os aviões na Segunda Guerra Mundial faziam o papel do satélite, carregavam sensores que capturavam imagens dos inimigos. Mas, na educação, o sensoriamento remoto, com o recurso das imagens de satélite, constitui uma novidade tecnológica.

Hoje já é comum o uso das imagens de satélite na Biologia, para controle de áreas degradadas e para proteção ambiental, monitoramento da qualidade da água e do ar de diversas áreas, assim como para determinar áreas de ocorrências de espécies. O sensoriamento remoto pode ter várias aplicações, em diversas áreas do conhecimento.

Mas o que é sensoriamento remoto, afinal? É uma tecnologia que nos permite visualizar uma região ou objeto sem estarmos presentes, como diz o nome, remotamente, “[...] através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície.” (FLORENZANO, 2002, p.9)

Florenzano (2002) nos dá uma noção do que é essa tecnologia. Existem elementos necessários para a obtenção das imagens de satélite e, sem eles, não há o sensoriamento remoto. O alvo, ou objeto do qual se quer obter uma imagem, pode ser uma cidade, uma pessoa, vegetação, água... A energia possibilita visualizarmos o alvo. O sensor captura a energia refletida pelo alvo. E os satélites, que ficam em órbita e capturam as imagens que trabalhamos em sala de aula, precisam da energia solar para isto, pois não emitem sua própria radiação.

A energia solar é composta de vários comprimentos de onda, vários tipos de radiação. Trabalhamos com o espectro eletromagnético na faixa da luz visível. Esta radiação eletromagnética chega à Terra e é refletida de volta ao satélite, que converte essas informações em sinais transmitidos para estações de recepção na Terra. A seguir,

Os sinais enviados para essas estações são transformados em dados na forma de gráficos, tabelas ou imagens. A partir da interpretação desses dados, é possível obter informações a respeito da superfície terrestre. (FLORENZANO, 2002, p.10)

Assim, as imagens do ambiente permitem ao aluno observar a grandeza do que está sendo trabalhado em sala de aula. Utilizando esta tecnologia no estudo da ecologia, é possível construir novos conhecimentos a partir de imagens de satélite.

A energia é importante tanto para os processos biológicos (por exemplo, para manter um ecossistema e sua biomassa) quanto para o sensoriamento remoto. A energia eletromagnética é necessária para que tenhamos a imagem que o sensor na Terra captura do satélite em órbita. Este, por sua vez, não teria como capturar informação alguma se o alvo na Terra não refletisse a radiação eletromagnética que chega do Sol.

Existem diversas formas de energia. Conforme já foi referido anteriormente, a que utilizamos com esse recurso é a energia proveniente do sol, já que os sensores que captam as imagens não produzem sua própria fonte de energia.

A captura de imagens depende da radiação que é refletida da superfície terrestre para o satélite, e apenas cerca de 4% de toda a energia proveniente do sol é refletida. Além disso, a energia que chega na Terra não será a mesma que chegará no sensor, ela sofre diversas mudanças na nossa atmosfera. E não só a quantidade, mas também os tipos de radiação variam conforme é exposta a biosfera. Diferentes partes do mundo recebem diferentes taxas de radiação. Assim, os diversos ecossistemas e biomas pelo planeta não recebem a mesma quantidade de energia. Devido à própria inclinação do globo terrestre, o hemisfério Norte recebe, em média, menos radiação que o Sul.

As imagens de satélite chegam até nós em tons de cinza, e nos cabe colorir as imagens para melhorar a observação de diferentes alvos. Cada banda possibilita a observação de um alvo e, com a combinação de várias

bandas, podemos ter, na mesma imagem, vários alvos observáveis. Segundo Sausen (2006, p.5):

Cada sensor a bordo dos satélites apresenta distintas bandas que operam em diferentes faixas do espectro eletromagnético, conhecendo o comportamento espectral dos alvos na superfície terrestre é possível escolher as bandas mais adequadas para estudar os recursos naturais.

Assim, a cada banda atribuímos uma cor para podermos visualizar melhor a imagem, distinguindo alvos diferentes. Qualquer objeto que quisermos observar por imagem de satélite é chamado alvo. Por exemplo, se um biólogo quiser observar um fragmento de mata nativa, este será seu alvo: a vegetação do lugar. Se quisermos observar nossa casa ela será nosso alvo. Florenzano (2002, p.11) explica como se comportam os alvos: “Os objetos da superfície terrestre como a vegetação, a água e o solo refletem, absorvem e transmitem radiação eletromagnética em proporções que variam com o comprimento de onda, de acordo com as suas características bio-físico-químicas.” O alvo, então, é nosso objeto de estudo. Ele pode se comportar de diversas maneiras devido a sua natureza e segundo o espectro eletromagnético.

Com todas essas características, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento caracterizam-se como tecnologias de ponta, que já vêm sendo utilizadas com diversos propósitos, e não há razão para não serem implementadas em nossas escolas. O sensoriamento remoto pode ser utilizado também como recurso didático e contribuir para uma educação moderna e um trabalho interdisciplinar na escola. Na Física se estuda, por exemplo, o espectro eletromagnético, a radiação. Na Matemática, matrizes, escala e muito mais. Na geografia, o espaço geográfico, manchas urbanas e outros temas. Outras áreas do conhecimento ainda podem se beneficiar desse recurso, como Arte, História, Português, línguas estrangeiras e Química, além de Biologia.

5. Estudando conceitos de ecologia – biomas

O ser humano busca estudar aquilo que não conhece e classificar o que estuda, visando a facilitar o conhecimento para todos. Assim foi criado o termo bioma, para facilitar o estudo de um grande sistema que é o nosso planeta. Há um constante fluxo de energia e uma dinâmica incrível que se mantém desde o nascimento da Terra. Para entendermos todos estes

ciclos e funções da natureza ao nosso redor, chamamos de ecossistemas os sistemas que existem naturalmente por todo o mundo. Como esse é muito vasto e possui diferentes regiões, o ecossistema é diferenciado em terrestre, dulciaquícola e marinho. Os ecossistemas terrestres, por possuírem características próprias em diferentes regiões do globo, devido a características bióticas e abióticas, ainda foram divididos em biomas, para facilitar o estudo e entendimento destes sistemas. A seguir temos a classificação de biomas segundo Odum (1988, p. 52):

Os ecossistemas podem ser classificados por características ou funcionais ou estruturais. Uma classificação baseada na qualidade da “função motriz” da entrada de energia é um exemplo de um esquema funcional útil. A vegetação e/ou importantes características físicas estáveis fornecem a base para a classificação largamente utilizada de biomas.

Então, cada bioma possui características que possibilitam diferenciá-lo dos outros. Cada um se comporta de uma maneira e tem sua própria dinâmica e processos, além de características físicas, como o tipo de vegetação e demais organismos que lá ocorrem.

Cada bioma tem fauna e flora características, inclusive espécies que só se encontram em uma determinada região. Essas são chamadas endêmicas, como a araucária – *Araucária angustifolia* –, que só ocorre na Floresta Ombrófila Mista. No entanto, algumas espécies podem ser encontradas em diferentes ecossistemas ou biomas. Algumas espécies de cactáceas, características de climas secos e quentes, como a Caatinga ou Cerrado, podem ocorrer no sul do país, nos Campos Sulinos.

A biodiversidade da fauna e da flora depende de muitos fatores, como o clima, que é característico de cada região. Dependendo da latitude, o clima se altera: dos pólos em direção ao Equador as temperaturas se elevam, e combinando esse fator a outros, como pluviosidade, tipo de solo e relevo, temos diferentes formas de vida, constituindo os biomas terrestres. Podemos estabelecer limites para um bioma a partir da constituição da vegetação clímax de cada um destes ambientes.

Então, o bioma é uma classificação feita para facilitar o estudo do meio ambiente. É um ecossistema terrestre caracterizado por vegetação e outras peculiaridades que o diferenciam de outros ecossistemas, mas dentro do grande ecossistema chamado bioma, existem outros ecossistemas menores, também com sua vegetação e organismos característicos.

Os biomas terrestres podem ser classificados de forma diversa, dependendo do autor. No Brasil, onde o terreno tem mais de 8 milhões de quilômetros quadrados e grande variabilidade de luminosidade e clima, existem diferentes biomas. São eles: Floresta Amazônica, Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal e os Campos do Sul. Hoje é estimado que, em cada conjunto de 10 espécies de animais ou plantas, uma se encontre em nosso país. Por isso é importante conhecermos mais sobre os ecossistemas brasileiros e reconhecermos sua importância para a sobrevivência de milhões de espécies, incluindo a nossa. É importante que saibamos dos impactos que nossas ações têm sobre estes sistemas. As geotecnologias atualmente disponíveis podem contribuir neste sentido.

Em nosso território existem riquezas além dos bens materiais, toda nossa flora e fauna são insubstituíveis. O Brasil tem a maior biodiversidade do planeta. Reunimos em nosso tesouro 70% de todas as espécies de animais e vegetais do mundo e, mesmo assim, o Brasil é um dos países com a menor porcentagem de áreas protegidas. Por isso o estudo dos nossos preciosos biomas e ecossistemas é importante para se desenvolver uma consciência ecológica nos futuros administradores de nosso país. A tecnologia do sensoriamento remoto e a utilização de imagens de satélite em sala de aula pode ser um recurso para atingir esse objetivo, principalmente se for implementada segundo alguns princípios da pesquisa-ação.

6. O desenvolvimento da pesquisa

O objetivo geral da pesquisa foi avaliar uma proposta educacional sobre ecossistemas em um trabalho integrado com licenciandos de Ciências Biológicas, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta para o estudo de biomas brasileiros. A partir disso houve a problematização: como esse processo poderia contribuir para a formação inicial de professores de Ciências?

Dentro dessa perspectiva, foram consideradas e debatidas atividades voltadas à construção de propostas inovadoras relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Ciências no ensino fundamental, utilizando o sensoriamento remoto e as imagens de satélite. Foram desenvolvidos trabalhos em grupos, com ênfase para os biomas brasileiros, sua importância, as localizações, dimensões, biodiversidade e outras características físicas, além da dinâmica desses sistemas e impactos ambientais. Os trabalhos foram conduzidos incentivando os alunos a manterem uma relação saudável com o meio ambiente, desenvolvendo uma consciência ecológica.

Os alunos foram convidados a estudar as imagens e refletir sobre o que percebiam. Nas imagens, puderam identificar os biomas e suas características espaciais, biológicas e também dialogaram sobre as ações humanas sobre estas áreas. Um questionário foi aplicado no início das atividades, para verificar idéias prévias quanto às imagens de satélite e novas tecnologias, como o sensoriamento remoto, e também sobre os diferentes ecossistemas mundiais. Durante os encontros houve um acompanhamento por meio de anotações e entrevistas gravadas, que foram transcritas. A metodologia utilizada para análise dos dados teve abordagem qualitativa e descritiva. Os depoimentos escritos e orais dos licenciandos foram analisados qualitativamente após as atividades, de acordo com o método da análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007).

Durante as aulas os alunos discutiram muito sobre como valorizar e cultivar atitudes de proteção e preservação destes ecossistemas e biomas, e identificaram sua importância para o homem e os impactos que causamos nestas áreas. Segundo seus depoimentos em aula, o recurso ajuda a visualizar cada bioma de maneira diferente e é possível notar muita degradação. Isso parecia incomodá-los muito.

- [...] já havia trabalhado com a mesma em outras ocasiões, tais como monitoramento ambiental e apenas por diversão. A primeira vez que eu acessei, não sabia do que se tratava a ferramenta, mas busquei informações sobre, pois achei muito interessante e agora pude observar também como uma ferramenta de ensino.
- Eu já havia acessado o Google Earth antes da apresentação da proposta, mas nunca com a intenção de usar esta ferramenta para a aprendizagem, apenas por curiosidade.
- Considero a possibilidade de trabalhar imagens de sensoriamento remoto, pois acredito que, além de ser um objeto eficiente para demonstração e para criação de um aprendizado sobre biomas, desmatamento, poluição, diversidade, trabalha também dimensões, cores e formas, senso de localidade, aprofundamento das imagens trabalhadas. Torna realidade para o aluno conceitos e matérias dadas, fatos ocorridos e evolução desses fatos na natureza.
- Ajuda a entender como a população humana cresce e se expande territorialmente, como ela se organiza na forma espacial. Dá para trabalhar questões como agricultura, reforma agrária, poluição, regiões e cheia de rios (como foi trabalhado), entre milhares de outras. Com certeza essa metodologia traz uma curiosidade enor-

me para os alunos de qualquer idade e torna a aula interessante e diferente.

- Achei mais interessante, na atividade, a possibilidade de poder ter contato direto com uma matéria/conteúdo que normalmente é abordada com aulas expositivas.
- O mais interessante é poder usar a ferramenta e aproximar os alunos do ambiente em que vivem, mostrar onde os diferentes biomas estão no Brasil e não apenas utilizar livros, que muitas vezes trazem exemplos somente estrangeiros, distantes dos alunos.
- É possível o uso das imagens, é possível nas mais diversas disciplinas: geografia, matemática.
- Como é mais próximo da gente (pois podemos ver a região onde vivemos), se torna mais compreensível, mais interessante. [...] Acho uma ótima ferramenta para utilizar em sala de aula, pois torna a aula mais interessante e interativa.

A partir desta experiência com as imagens de satélite, é possível aplicar o recurso em diversas áreas do conhecimento. Essa nova tecnologia pode contribuir na aprendizagem dos alunos e atender as necessidades de atualização da escola, com a busca por novos recursos viáveis em sala de aula.

A proposta foi relevante para a formação dos licenciandos que participaram da pesquisa, que a consideraram como um esforço válido na busca por novas ferramentas de ensino e novas propostas para o ensino de Biologia e Ciências, que levem o aluno a questionar e refletir, que despertem a curiosidade e instiguem o aluno à pesquisa, podendo levá-lo a uma aprendizagem mais significativa.

7. Considerações finais

Para que a escola se torne espaço de formação de cidadãos reflexivos, críticos e conscientes do meio em que vivem hoje e com preocupações quanto ao futuro, é preciso que acompanhe as mudanças tecnológicas de nossa sociedade, preparando, então, indivíduos para um mundo onde não faltam desafios. Para isso, um sistema de ensino de qualidade é necessário, no qual informações atualizadas cheguem ao aluno, sendo o professor um importante mediador entre o contexto da sala de aula e o cotidiano do aluno. O ensino de qualidade na escola começa com a qualificação dos professores que nela atuam, sendo fundamental o investimento na sua formação.

A intenção aqui é fazer desta pesquisa uma ação em conjunto e não uma prática solitária, contribuindo para o fazer pedagógico de professores de Ciências e Biologia em sua formação inicial, em nível de graduação, tendo consciência de que novas tecnologias podem ser utilizadas na educação como recurso didático, beneficiando professores e alunos com uma prática docente atualizada.

A Biologia é a Ciência que estuda a vida. Como está em constante progresso e mutação, seu ensino precisa acompanhar as inovações em nosso cotidiano. Exemplificando como uma nova tecnologia pode auxiliar no ensino e na aprendizagem de conteúdos desta área, nesta proposta os sujeitos poderão estudar e construir conhecimentos sobre um dos temas biológicos mais em pauta atualmente, a ecologia. Com todas as mudanças climáticas e ambientais do mundo contemporâneo, é importante darmos atenção em sala de aula para temas da ecologia que envolvam o aluno com o meio ambiente, como o estudo dos ecossistemas e biomas. Os ambientes naturais estão ameaçados e as mudanças vêm ocorrendo em resposta a nossas próprias ações. O sensoriamento remoto nos ajuda a observar e ter uma nova perspectiva estudando estes ambientes, possibilitando uma visão diferente da que o aluno costuma estudar em livros didáticos. Então, esse recurso é uma ferramenta em potencial para um novo ensinar.

Referências

- ENRICONE, Délcia. *A docência na educação superior: sete olhares*. Porto Alegre: Evangraf, 2006.
- FLORENZANO, T.G. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficinas de Textos, 2002.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- LEITE, Maria A. *Formação docente: ciências e biologia: estudo de caso*. Bauru, São Paulo: EDUSC, 2004.
- LIMA, Suely F.S. Implementação do sensoriamento remoto para educação ambiental básica em escolas públicas. Anais GEOVAP 2006: Primeiro Seminário de Geoprocessamento do Vale do Paraíba, Taubaté, Brasil, dez. 2006, UNITAU, P.38-53. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br/soac/viewabstract.php?id=2&cf=1> Acesso em: 22 de abril de 2007.

- LUCKESI, Cipriano. *Fazer universidade: uma proposta metodológica*. São Paulo: Cortez, 1984.
- MORAES, Roque de. Análise de conteúdo. *Educação*, Porto Alegre, v. 21, n.37, p.7-32, mar. 1999.
- _____. GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijuí, 2007.
- NISKIER, A. *Tecnologia educacional: uma visão política*. Rio de Janeiro: Vozes, 1993.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- PADUA, S.M.;TABANEZ, M.F. *Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil*. Brasília: IPE-Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1997.
- PINTO-COELHO, R. M. *Fundamentos de Ecologia*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- PURVES, W. K. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- ROCHA FILHO, João Bernardes da; BASSO, Nara Regina de Sousa; BORGES, Regina Maria Rabello. *Transdisciplinaridade: a natureza íntima da educação científica*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.
- SAMPAIO, Jader R. (Org.) *Qualidade de vida, saúde mental e psicologia social: estudos contemporâneos II*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1999.
- SAUSEN, T.M. Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais. 2006./ Disponível em: <http://www.herbario.com.br/fotomicrografia07> Acesso em: 22 de abril de 2007.

EXPERIMENTAÇÃO COM ANIMAIS NÃO-HUMANOS: ANÁLISE CRÍTICA SOBRE O VALOR ÉTICO DESTA PRÁTICA

*Anamaria Gonçalves dos Santos Feijó*¹

1. Introdução

A utilização de animais não-humanos para aquisição de conhecimento científico está fortemente arraigada ao desenvolvimento da Ciência e esta prática incorporou-se à nossa cultura ocidental, inclusive na formação de nossos cientistas.

O uso indiscriminado de animais para teste de produtos pela indústria e para o ensino das áreas biomédicas pelos docentes tem levado a um crescente questionamento da necessidade de limites a esta utilização abusiva. A busca de parâmetros para um uso eticamente adequado de animais não-humanos reflete-se também na experimentação com estes seres vivos e reforça a discussão sobre o status moral dos animais, sendo este tópico tratado na chamada *Animal Ethics*.

Este capítulo abordará, então, alguns aspectos históricos e contemporâneos do tema animais na ciência e filosofia da moral e dará destaque à área da Educação como berço da formação dos futuros profissionais e fomentadora de princípios de respeito à vida, os quais deverão nortear o caminho dos futuros pesquisadores e docentes.

2. Animais não-humanos e ciência – aspectos históricos

Fazendo-se uma rápida síntese das figuras exponenciais no uso de animais, no decorrer da história, vamos encontrar na Grécia antiga, entre

¹ Licenciada em Ciências Habilitação Biologia, mestre em Educação e doutora em Filosofia. É professora adjunta da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: agsfeijo@puers.br

outras, a figura de Aristóteles (384-322 a.C) que observou e descreveu mais de 500 espécies de animais em suas obras. Erasistratus (304-258 a. C.) provavelmente foi o primeiro a testar experimentos em animais vivos, nos moldes da utilização atual de animais. Os estudos naquela época objetivavam essencialmente tentar entender a estrutura interna do corpo, principalmente com uma abordagem anatômica e morfológica - forma, textura, cor e interconexão das vísceras - mais do que fisiológica (FRENCH, 1995).

Na seqüência, já na Roma antiga, pode-se citar Galeno (129-199 d.C.), que reintroduziu, depois de muitos séculos, a *vivisseção*² no mundo da investigação científica, testando variáveis nos modelos animais. Sua obra *De anatomicis administrationibus* descreveu, pela primeira vez, métodos e instrumentos usados em experimentos específicos com animais vivos (REICH, 1995).

No início do século XVI, Vesalius (1514-1564), reconhecido como o criador da primeira anatomia moderna, pela introdução da dissecação sistemática dos corpos, pela observação direta e detalhada que realizou e pela ilustração precisa das estruturas anatômicas, usou muitos animais para demonstrações públicas de anatomia (FRENCH, 1995).

Durante o século XIX a França tornou-se o maior centro de biologia experimental e medicina, e de lá surgiram nomes como François Magendie (1783-1855) e Claude Bernard (1813-1878), na fisiologia experimental, e Louis Pasteur (1827-1895), na microbiologia, os quais contribuíram para a validação do método científico, incluindo o uso de animais (COHEN e LOEW, 1984). Nomes como o de Bernard fortaleceram a utilização de animais no ensino da medicina, constituindo definitivamente o paradigma da medicina experimental, cujo elemento mais importante é a experimentação com animais. Com o advento da anestesia, na metade do século XIX, o número de animais utilizados na pesquisa aumentou muito (FRENCH, 1995). As concepções de Magendie e Bernard sobre os animais refletiam o pensamento cartesiano de sua época, já que não era considerado o sofrimento animal na utilização destes modelos biológicos.

Charles Darwin (1809-1882), com sua obra *The Origin of Species*, publicada em 1859, ajudou a dar uma base científica para o conceito de evolução, estabelecendo a similaridade entre homens e animais. Esta nova visão científica incentivou ainda mais o uso de animais na investigação, como modelo para o ser humano.

² O termo "vivisseção" (também conhecido como "viviseção") que significa cortar um ser vivo, origina-se do latim e é utilizado para designar uma operação feita em animais vivos.

A partir do século XVII, o controle de variáveis em um experimento científico começou a ser amplamente utilizado. Com isto, a introdução de um agente infeccioso ou a extirpação de uma estrutura anatômica, por exemplo, puderam ter seu efeito observado em animais, o que aumentou a credibilidade do uso de animais como modelos biológicos, trazendo grandes benefícios para a prática clínica na medicina.

O desenvolvimento da imunologia como ciência, nos anos de 1880, é considerado o mais importante fato para comprovação do benefício público da prática oriunda da abordagem experimental. As conseqüências da experiência com animais ajudaram milhões de vidas humanas e tornaram normal, e até corriqueiro, o uso de animais objetivando o bem do ser humano. As vacinas são um exemplo deste fato (FRENCH, 1995).

Em 1938, com a oficialização do *1938 U.S. Food, Drug and Cosmetic Act*, o teste com animais nos Estados Unidos passou a ser rotina. A standardização de certos procedimentos foi regulamentada, em particular os testes de toxicidade, que continuam utilizando até hoje um grande número de animais (PARASCANDOLA, 1998).

3. Aspectos contemporâneos

Normalmente o uso de animais é dividido em três categorias: pesquisa científica, teste de produtos e educação. Estas áreas apresentam diferentes abordagens e suscitam diferentes debates éticos (REGAN, 1983).

Além das pesquisas científicas com transgênicos, xenotransplantes e clonagem, que não podem ser ignoradas nos dias de hoje e que exigem uma tecnologia bastante desenvolvida e uma técnica apurada por parte do pesquisador, costumam ser realizados, em laboratórios menos sofisticados, muitos testes de cunho científico, utilizando animais. Os testes comportamentais com uso de produtos químicos é o campo onde a utilização de animais é mais amplamente difundida, e onde este hábito, advindo de muitos séculos, se impôs de uma maneira tal que o estabelecimento de limites a atos humanos é discutido por pesquisadores e filósofos da moral. O argumento da busca do bem ao ser humano normalmente impera sobre o argumento da sensibilidade animal.

Os primatas não-humanos, por exemplo, são usados como modelos para doenças humanas, com sucesso. As vacinas, como a da malária, hepatite B e poliomielite foram obtidas em laboratório, por meio de experimentos em primatas. Estes animais também costumam ser usados para pesquisas de visão, desordens de memória e doença de Parkinson (doenças

induzidas). Os macacos do gênero *Rhesus* são considerados ideais como modelos experimentais para testar efeitos de intoxicação de substâncias (VITALE, 1997).

Para o estudo da relação nervosa/motora refletida no chamado *arco-reflexo*, encontra-se o relato de experimentos nos quais o animal é submetido à secção da medula cervical para perder o controle do encéfalo sobre seu dorso, e evidencia o arco-reflexo ao reagir ao toque do pesquisador à sua pele, mesmo sem apresentar sensibilidade alguma. Questionamentos podem ser feitos a partir destes tipos de experimentos: Quantos animais são usados? O tema *arco-reflexo* já não foi suficientemente estudado pelos neurologistas? O que fazem com estes animais após o experimento?

Também costumam ser feitos testes de privação materna e privação social para observação de medo, que gera *stress* e sofrimento aos animais. Estes podem ser considerados os testes mais cruéis, realizados na área da psicologia (SINGER, 1994). A indução do *stress* pode ser utilizada para testar medicamentos já conhecidos com antidepressivos, soníferos, sedativos, estimulantes e tranqüilizantes (DIAS, 2000).

A área odontológica também vem utilizando animais para suas pesquisas dentárias. Para este tipo de pesquisa, muitos animais são forçados a manter uma dieta nociva de açúcares e hábitos alimentares errados para adquirirem cáries e/ou terem gengivas com problemas (DIAS, 2000). Existem também, na área odontológica, investigações nas quais não é disponibilizada água para os animais e estes precisam matar a sede com vinho ou outra substância, para que os pesquisadores possam determinar que tipos de danos a ingestão destes produtos alternativos pode causar aos dentes e às gengivas. Não é levado em conta, via de regra, como variável, em investigações desta natureza, o fator *stress* do animal, que certamente influenciará na homeostase do organismo, podendo causar efeitos colaterais. A pesquisa *in vitro*, colocando o material dentário em contato com o agente danoso, não ajudaria o cientista a chegar a conclusões semelhantes?

A indústria cosmética, uma área em que os animais são usados em grande número para verificação dos efeitos de danos potenciais de novos produtos e drogas para os seres humanos, já está modificando procedimentos. Esta área vem abandonando progressivamente os testes com animais vivos, fruto de campanhas e da pressão da própria sociedade. Em 10 de junho de 2002, o Parlamento Europeu proibiu a experimentação de produtos cosméticos com animais, a partir daquele ano, e estabeleceu um prazo de cinco anos para impedir a comercialização dos mesmos (DIAS, 2000).

4. Animais não-humanos e filosofia moral – alguns filósofos da moral: algumas idéias

Já tendo sido citada a contribuição de Aristóteles à Ciência, é interessante fazer uma alusão ao pensamento aristotélico em relação especificamente aos animais. Em um de seus textos, *De Anima*, o estagirita separa os seres vivos dos não-vivos tentando explicar os fenômenos da vida, e salienta a raiz das funções e atividades que são exclusivas dos seres vivos referindo-se à presença da alma (*psiqué*) como princípio vital. Defendendo a hierarquia do ser humano em relação aos animais, ele afirma que, embora todo ser vivo seja composto pelo sistema corpo/alma, onde a alma seria a virtude que capacita o ser vivo a realizar funções vitais, o ser humano apresenta a racionalidade, o que o torna superior pela capacidade deliberativa (SOTILLO, 2002).

Com o advento da ciência e filosofia moderna, se produziram mudanças importantes na noção de animal. René Descartes (1596-1650), filósofo francês, nega a condição de ser consciente aos organismos vivos e inaugura uma concepção não-aristotélica do organismo. A tese cartesiana do animal como autômata se opõe a toda idéia de obrigações ou deveres específicos dos homens com respeito aos animais e, obviamente, a de um reconhecimento de direitos. Em sua época, Descartes contribuiu para a utilização da prática da *visissecção* e a prática de experimentos cruéis com animais vivos. Em consequência, as teorias da ética dos animais e da ética ambiental e/ou ecológica contemporânea poderiam incluí-lo entre os filósofos antropocentristas fortes.

David Hume (1711-1776), filósofo britânico, acreditava que os homens, assim como os animais, aprendiam muitas coisas a partir da experiência. Hume, em sua teoria, afirma que os sucessos advindos deste aprendizado pela experiência faria com que os seres pudessem inferir que os mesmos sucessos se seguirão das mesmas causas. Para Hume, a maneira como se ensina, se treina um animal por meio de castigo e recompensa, faz com que o animal aprenda com a experiência. É a experiência que ensina a este animal o que deve e o que pode fazer, contrariando, inclusive, seus instintos e tendências naturais.

Assim como o empirismo inglês resulta decisivo para formação do pensamento utilitarista, na tradição continental a figura de Kant (1724-1804) aparece como fundadora de uma linha deontologista que, embora fundamentada em um ponto de vista antropocêntrico, dá lugar a obrigações dos seres humanos para com os animais. Kant entende que os animais não são

seres morais e que não temos deveres diretos para com os animais, já que os animais não são fins em si próprios, são apenas meios. Fim em si próprio seria para Kant apenas o homem, com sua lei autônoma ditada pela consciência moral. O dever de não infligir aos animais sofrimentos inúteis, por exemplo, se justifica pelo prejuízo que tais ações acarretariam para a saúde moral dos seres humanos. A doutrina definitiva de Kant, neste sentido, sustenta que com respeito aos animais temos deveres indiretos, que derivam do dever direto do homem para com ele mesmo.

Na mesma época, o britânico J. Bentham (1748-1832), um dos fundadores do utilitarismo, coloca de modo clássico sua posição a favor da condição de igualdade que deveria ser outorgada a todos os seres sensíveis em virtude de sua capacidade de sofrimento: “A pergunta não é: *podem raciocinar?* Ou *podem falar?* Mas, *podem sofrer?*” (BENTHAM, 1973, p. 311).

Como podemos constatar até aqui, os filósofos da moral citados, excetuando Jeremy Bentham, colocam o homem em um patamar superior ao do animal por justificativas distintas, uns assumindo uma posição antropocêntrica forte, outros assumindo o antropocentrismo de uma forma mais branda. Porém é verificado que existe certa preocupação de todos em posicionar os animais em suas teorias, alguns inclusive buscando fundamentos para justificar aspectos semelhantes entre os animais não-humanos e humanos. Estas posições muitas vezes divergentes ajudam a que entendamos, nos dias de hoje, as posições diversas sobre o *status moral* do animal e a inclusão ou não do animal na comunidade moral, e a conseqüente herança cultural que herdamos, fruto destas discordâncias em nosso mundo ocidental.

5. Animal Ethics

Quando se fala contemporaneamente em limites de uso dos animais pelos seres humanos, e sobre os fundamentos para o estabelecimento destes limites, duas figuras destacam-se como exponenciais: Peter Singer, filósofo utilitarista, e Tom Regan, filósofo deontologista, defensor dos direitos dos animais. As idéias defendidas por estes filósofos procuram orientar, de modo quase exclusivo, as discussões sobre como devemos considerar os animais e, conseqüentemente, como devemos tratá-los, com o resultado não desejável de que, em numerosas ocasiões, obstruem o debate, posto que impedem a consideração de outras variáveis de discussão que ficam fora de seus paradigmas discursivos. Na realidade, estes dois autores de-

fendem idéias diferentes em seus trabalhos, partindo-se do pressuposto que um deles é deontologista, defendendo os direitos morais dos animais, enquanto o outro é utilitarista, buscando a fundamentação de um obrar que otimize o bem-estar geral. Em comum, estes filósofos defendem a inclusão dos animais no âmbito da esfera moral e as conseqüentes atitudes dos seres humanos para com eles em função desta inclusão, criando barreiras sérias para os cientistas do bem-estar animal. Outros filósofos da moral, como R. Frey, entretanto, também se preocupam com a posição que o animal assume em relação ao ser humano, e propõem teorias alternativas a estas duas citadas, procurando de maneiras diferentes entender e até aceitar a ciência de animais de laboratório, apresentando argumentos favoráveis ou desfavoráveis à aceitação dos animais não-humanos como participantes da comunidade moral. Estas teorias tornam-se importantes nos dias atuais porque procuram estabelecer um diálogo entre filosofia e ciência.

Peter Singer incitou o debate filosófico sobre o *status* moral dos animais a partir de seu livro *Animal Liberation*, defendendo o dever como determinado pelos valores comparativos das conseqüências, e a igualdade dos interesses independente do sexo, da cor da pele ou da espécie do titular da preferência. Singer propõe uma variante da máxima utilitarista clássica - “maior bem-estar para um maior número de indivíduos” - por um critério diferente de atuação moral, que seria “escolher a opção que otimize o bem-estar geral”. E neste cômputo geral ele inclui os seres com capacidade de sentir. Ele identifica a capacidade de sofrer como a admissão básica do ser na esfera de consideração moral. Ele engloba em sua teoria de igual preferência todos os vertebrados, e defende que se deve dar igual consideração aos envolvidos em uma ação na tomada de uma decisão ética. O que não implica igual tratamento, já que para ele a igual consideração de interesses é um princípio mínimo de igualdade, no sentido de que não impõe um tratamento igual (SINGER, 1990).

A discussão sobre os direitos dos animais tem lugar na *Animal Ethics*, liderada por Tom Regan. É inquestionável que seres humanos são capazes de entender e agir em função de princípios morais, sendo, por isso, agentes morais. Mas apenas estes agentes morais fazem parte da comunidade moral ou esta pode ser ampliada? Contemporaneamente, questiona-se se um ser, para possuir direitos, deve ser capaz de reconhecê-los e reclamá-los, e se o fato de ter direitos comporta a reciprocidade de ter deveres. A resposta a estas perguntas, ou a perguntas deste tipo, define a posição que os animais podem assumir dentro de uma comunidade moral: se estes seres não podem reconhecer que têm direitos e, conseqüentemente, reclamá-los,

os seres humanos não podem atribuir-lhes direitos? A tese dos direitos dos animais, procurando clarificar estas dúvidas, é defendida por Regan (1983) em seu clássico livro *The case for animal rights*. A expressão *direitos dos animais* tem sido usada de forma ampla para designar uma gama variada de posições e tem servido para chamar a atenção sobre a condição hierarquicamente inferior dos animais em relação ao ser humano. A posição deste autor é totalmente contrária ao uso dos animais não-humanos pelos humanos, sendo por isso radicalmente contra a ciência de animais de laboratório. Ele defende que são os indivíduos os que justificam seus juízos de valor, e não seus interesses. Ao contrário da visão utilitarista de Peter Singer, ele acredita que o certo de uma ação depende não do valor das conseqüências da ação, mas do correto tratamento aos indivíduos no âmbito individual, incluindo o âmbito individual dos animais não-humanos. Tom Regan enfatiza o respeito pelos indivíduos que tenham valor inerente, e engloba os animais não-humanos considerando-os como fins em si mesmos. Para ele, só têm direitos os titulares de uma vida, pois estes têm valor inerente. E só são titulares de uma vida os seres que apresentam consciência, crenças e desejos, podem conceber o futuro e ter metas. O valor inerente no qual Regan acredita, portanto, depende sempre da experiência mental experimentada pelo indivíduo e/ou por um grupo de indivíduos. Regan engloba no grupo que pode ter direitos e, conseqüentemente, ser membro de uma comunidade moral, todos os mamíferos mentalmente normais, de um ano ou mais de vida. Os direitos aos quais Regan (1983) se refere são direitos morais básicos, que abarcam todas as cores, nacionalidades, sexo e espécies.

Uma outra posição contemporânea merece ser citada. Raymond Frey, utilitarista, defende o valor da vida e certa hierarquização de valores que ele destaca como importantes. Frey centraliza seu pensamento no valor da vida. Nesta vida ele valora a ação individual e, especificamente sobre a vida animal, ele entende que moralmente os animais devem ser considerados por serem seres vivos. Como conseqüência desta realidade aceita, ele parte de três premissas para defender sua teoria

- vida animal tem algum valor;
- nem toda vida animal tem o mesmo valor;
- vida humana é mais valiosa que a vida animal.

Esta última premissa ele chama de *tese do valor desigual*, e é uma das teses contemporâneas centrais em relação aos animais. Ele acredita que a vida animal não é desprovida de valor, mas a vida humana tem mais valor que a vida animal, assim como a vida de um ser humano adulto nor-

mal tem mais valor que a vida de um ser humano categorizado como *caso marginal*. Para Frey, o valor da vida é dado em função da qualidade desta vida, esta qualidade depende de sua *riqueza* e esta *riqueza* está vinculada à potencialidade que o ser tem de enriquecê-la. Acrescenta ele que muitos seres humanos apresentam vidas com mais qualidade porque permitiram que suas potencialidades as enriquecessem, e entende que o exercício da autonomia por um adulto humano normal é uma das maneiras centrais de ele enriquecer sua vida, sendo então uma importante dimensão do valor da vida humana. Os animais não apresentam esta autonomia, portanto suas vidas não têm o mesmo valor que a vida de um adulto normal. Em relação aos direitos dos animais, Frey (1989) se posiciona radicalmente contra, criticando duramente quem defende, já que sua tese do valor desigual não permite que ele considere todos os animais, humanos ou não, da mesma maneira.

Como pode ser verificado, muitas idéias distintas aparecem contemporaneamente no que se refere à temática *animais* e, embora não mostrem unanimidade nos princípios que defendem, provam a importância do tema, a ser refletido e discutido a fim de pautar o agir humano em relação ao uso de animais também nas investigações científicas.

6. Sensibilidade animal

O critério da sensibilidade é um dos mais aceitos para a determinação do *status* moral dos animais. Contudo, a definição do termo *sensibilidade* é confusa. É de ampla aceitação, e isto se verifica na maioria das legislações pesquisadas, que a sensibilidade é outorgada aos animais vertebrados e até, de forma mais específica e muito mais freqüente, a alguns vertebrados, entendidos como superiores por estarem mais próximos dos animais humanos na escala filogenética.

É importante, neste momento, lembrar o que se pode chamar de evolução filogenética da sensação. Por meio da filogenia, os diversos grupos de animais desenvolveram mecanismos cada vez mais complexos para proteção de seus organismos. O desenvolvimento da sensação dolorosa e a conseqüente resposta a ela, que pode ser detectada desde reflexos inatos até um comportamento mais complexo orientado por fatores sociais, culturais, cognitivos e afetivos, nos mostra a evolução do sistema nervoso nos animais. Pode-se dizer, então, que a habilidade de responder a estímulos ruins é uma característica comum e básica de todos os animais na escala filogenética, desde os unicelulares até os mamíferos, pela presença de receptores

especializados chamados nociceptores. O próprio *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals* (NRC, 1996) americano aceita que a habilidade para experimentar e responder à dor é comum no reino animal.

Mas afinal, o que é a dor? Para o *American College of Veterinary Anesthesiologist (ACVA)* e para o *Pain Management Center*, a dor pode ser definida como experiência sensorial e/ou emocional não prazerosa, associada com dano real ou potencial de tecido. A ACVA complementa afirmando que a dor é um fenômeno complexo, envolvendo componentes patofisiológicos e psicológicos que são freqüentemente difíceis de reconhecer e interpretar em animais. Nota-se que a ACVA já repete o fator *dificuldade de interpretação da dor animal*, e procura referir-se a animais superiores acrescentando o caráter psicológico da dor.

Para os seres humanos é difícil interpretar o comportamento animal para saber quando ele está sentindo dor e a intensidade desta dor. Quanto mais afastado este animal está do homem na escala filogenética, mais difícil será também a sensibilização do ser humano para com o desconforto animal, já que os animais próximos aos humanos na escala filogenética costumam apresentar resposta à dor similar à nossa. A consideração das necessidades animais, dando espaço à perspectiva animal, está sendo cada vez mais aceita nos últimos anos, embora sempre se atendo às espécies consideradas superiores do ponto de vista filogenético. Não existe mais a necessidade de se discutir as evidências da capacidade destes animais sofrerem dor e medo, pois estas discussões já se tornaram irrelevantes. A expressão dos comportamentos para evitar a dor ou evitar os estímulos nociceptivos é determinada por fatores inerentes a cada espécie, como a complexidade anatômica e fisiológica. Esta complexidade dos sistemas, então, acarreta distintos comportamentos, mas não garante que animais mais afastados dos seres humanos na escala filogenética se sintam menos incomodados que estes, frente a estímulos que levam os seres vivos a sentir dor. Por isso, os padrões antropocêntricos de manifestação de dor, demonstrados também por um grande número de mamíferos, não podem ser os únicos parâmetros para determinar o grau de dor que certo experimento irá acarretar a um animal. O desenvolvimento científico do conhecimento na área da fisiologia não permite mais esta posição. É necessário que os cientistas e todas as pessoas que manuseiem animais entendam que qualquer estímulo que ative nociceptores ou estruturas similares que produzam resposta aversiva deve ser entendido como doloroso. E a preocupação com a minimização destes estímulos dolorosos seria uma atitude eticamente adequada, independentemente da espécie animal.

7. Teoria dos três erres

A Teoria dos Três Erres (3Rs), como ficou conhecida, foi proposta em 1959, na Inglaterra, pelo zoólogo William Russell e pelo microbiologista Rex Burch, com a publicação de seu livro *The Principles of Humane Experimental Technique*. Nesta teoria dos três Erres (*reduce, refine, replace*), seguida até os dias de hoje e citada em documentos e leis específicas ao uso de animais na experimentação, aparecem na realidade recomendações práticas para a utilização adequada de animais pelos seres humanos. A redução (*reduce*) orienta a uma diminuição do número de animais nas investigações, o que se consegue com um bom desenho estatístico prévio, colônias de animais geneticamente homogêneas, bem como com a construção de biotérios confiáveis (com controle sanitário e genético). Os biotérios, é importante clarificar aqui, são locais para criação e manutenção de animais de laboratório, controlados, empregados em experiências laboratoriais, produção de soros, vacinas, etc. O refinamento (*refine*) refere-se às técnicas de analgesia, sedação e eutanásia para reduzir dor, desconforto, *stress* e *distress* dos animais, o que requer experiência do pesquisador com o manejo dos animais. E a substituição (*replace*) pede a opção por métodos alternativos na investigação biomédica e docência, em lugar de animais conscientes. Entende-se por métodos alternativos, por exemplo, programas computadorizados, realidade virtual, vídeos interativos ou demonstrativos, manequins específicos, investigação *in vitro* entre outros que estão atualmente sempre sendo propostos. Estes métodos alternativos são instrumentos propostos para serem usados em substituição aos animais, nas salas de aula e também em técnicas de testagem e pesquisa (BALCOMBE, 2000).

8. A função da educação quanto ao uso de animais

O debate contemporâneo envolvendo animais assumiu que existe um princípio ético comum no que tange aos animais: a idéia de que é inadequado causar sofrimento (pelo menos desnecessário) a outros seres vivos com o objetivo exclusivo de satisfazer necessidades e caprichos dos seres humanos. A idéia do *especiecismo* afirma que os seres humanos tendem a defender outros seres humanos pelo simples fato de serem da mesma espécie e apresentarem total liberdade no uso dos animais de outras espécies. Esta idéia também aparece como uma maneira de exigir a definição sobre o animal não-humano ter ou não ter um *status moral*, forçando uma fundamentação para o estabelecimento ou o posicionamento contrário de uma linha divisória entre os seres humanos e os outros animais.

Este posicionamento exige muita reflexão e discussão para ser efetuado de maneira segura. Mas onde deve se dar este espaço de reflexão? Onde deve ser incitado este tipo de debate? Nas instituições educacionais, principalmente nas universidades. Destes estabelecimentos sairão os futuros pesquisadores e docentes que tenderão a agir de acordo com os princípios apreendidos quando de sua formação profissional. Por isso a grande importância do posicionamento dos professores universitários que estão formando estes alunos. A biomédica é uma das áreas onde corriqueiramente encontram-se animais sendo usados como modelos didáticos e reagentes biológicos, tanto por pesquisadores como por docentes, em aulas práticas. Atividades práticas realizadas com os alunos, como vivissecção animal e demonstração de toxicidade de uma droga por meio da intoxicação, sofrimento e morte de um animal sadio, deveriam ser questionadas, e analisada sua real necessidade assim como seu caráter insubstituível para aquisição daquele conhecimento.

O custo ético deste tipo de atividade deve ser lembrado, pois a presença do professor e sua autoridade podem estabelecer um conflito no aluno se este sentir que, para ele, é eticamente incorreto utilizar estes animais em sala de aula, e este sentimento for confrontado com a justificativa favorável do educador (BALCOMBE, 2000). As atividades de caráter educacional, envolvendo animais, são propostas, ou melhor, impostas ao educando como parte do curso, não tendo este a chance sequer de optar por executá-las ou não. Dar ao estudante a chance de optar por usar animais ou outros métodos alternativos em seu aprendizado inicial pode ser uma maneira de oportunizar ao aluno a decisão de valorar a vida. E se a opção do aluno for pela utilização do animal, levá-lo a justificar sua decisão. Com isto o aluno estaria sendo convidado a refletir sobre os aspectos éticos da utilização dos animais na educação, e a tentar aplicar a teoria dos três Rs nas suas atividades práticas de estudo.

O aprendizado sobre a real necessidade de uma investigação científica, assim como a preocupação com o bem-estar animal, deve ser estimulado nos estabelecimentos de ensino. A recusa por pesquisas inúteis, fúteis ou contraproducentes deve ser atitude obrigatória dos orientadores de alunos em investigação científica.

9. Conclusão

É competência da Educação, como área formadora dos novos investigadores e docentes, discutir, propor reflexões e levar o educando a se

posicionar de uma forma consciente no que tange aos limites moralmente aceitos para utilização de animais nas áreas científicas. A utilização de animais na investigação científica ainda é necessária. Mas é também necessário o estabelecimento de um posicionamento fundamentado em sólidas bases éticas, que minimize o uso de animais, seu número e sofrimento para a realização de pesquisas, levando à erradicação de investigações inúteis que envolvam animais e que desrespeitem a vida e a dor do outro. A utilização do animal não-humano como ferramenta didática é ainda frequente, sendo as justificativas mais comuns para este uso a aquisição de prática, habilidade e novos conhecimentos por parte de novos estudantes, assim como reforço de aprendizagem adquirida para alunos veteranos. A influência da figura de um professor sobre o aluno é inquestionável, independentemente do nível de estudo. A dimensão humana da relação professor-aluno pode envolver valores e atitudes que transcendem o contexto dos livros, da sala de aula e de outros materiais do currículo. Uma das mais fortes influências de um professor sobre os alunos refere-se aos métodos que ele utiliza em sala de aula, pois estes carregam consigo importantes mensagens acerca dos valores de vida e atitudes. Educadores e pesquisadores têm, geralmente, apresentado uma tendência a acreditar que sua responsabilidade na educação limita-se a ensinar técnicas e conceitos científicos. Porém, o que eles deveriam levar em consideração é que valores profissionais e posturas eticamente justificáveis também são aprendidas pelos educandos por meio dos exemplos de seus mestres. O posicionamento do professor, em função deste uso, deve ser destacado como exemplo de conduta a ser seguida pelos alunos, pois os valores por ele defendidos em sua prática profissional tendem a ser repetidos pelos novos profissionais.

O uso de animais na educação terá sempre uma relação direta com o uso dos animais na ciência, pois os animais estarão sendo usados para preparar estudantes à carreira de pesquisadores. Se não houver o já citado respeito pela vida e pelo sofrimento, que profissionais estarão sendo formados? Se estudantes são regularmente expostos a atividades utilizando animais, vivenciando sua dor durante os estudos, tendo que considerá-la normal e não apenas necessária, não terão condições de desenvolver uma atitude coerente no uso dos animais em sua prática profissional. O questionamento sobre usar ou não animais e as respostas a ele, assim como a avaliação criteriosa deste uso, adquirem grande importância, pois nortearão ações futuras dos profissionais, para os quais o respeito pela vida e por animais não-humanos pesarão nas decisões.

Referências

- ARISTÓTELES. *Acerca del alma*. Madrid: Gredos, 1978.
- BALCOMBE, J.P. Student/teacher conflict regarding animal dissection. *Am Biol Teach*, 2000, n. 59, p. 22-25.
- BENTHAM, J. *An introduction to the principles of morals and legislation*. New York: Hafner Publishing Company, 1973.
- COHEN, J.; LOEW, F.M. Laboratory animal medicine: historical perspectives. In: FOX, J. COHEN, J.; LOEW, F.M. (Ed.). *Laboratory Animal Medicine*. Orlando: Academic, 1984. p.1-17.
- DIAS, E. *A tutela jurídica dos animais*. Belo Horizonte: Melhoramentos, 2000.
- FRENCH, R.D. Animal experimentation: historical aspects. In: REICH, W.T. (Ed.). *Encyclopedia of Bioethics*. New York: Macmillan; 1995. p.75-79.
- FREY, R.G. The case against animal rights. In: REGAN, T.; SINGER, P. (Ed.). *Animal rights and human obligations*. New Jersey: Prentice Hall, 1989, p.115-118.
- KITCHELL, R.L.; GUINAN, M. The nature of pain in animals. In: ROLLIN, B.; LYNNE KESEL, M. (Ed.). *The experimental animal in biomedical research*. Boston: CRC, 1990, p.185-203.
- NATIONAL Research Council. Guide for the care and use of laboratory animals. Washington: National Academy, 1996.
- PARASCANDOLA, M. Animal Research. In: CHADWICK, R. (Ed.). *Encyclopedia of applied ethics*. San Diego: Academic, 1998. p.151-160.
- REGAN, T. *The case of animal rights*. Berkeley: University of California, 1983. p.363.
- REICH, W.T. (Ed.). *Encyclopedia of Bioethics*. New York: Macmillan; 1995. p.143-144.
- RUSSEL, W.M.S.; BURCH, L. *The principles of humane experimental techniques*: special edition. Universities Federation for Animal Welfare. London: Herts, 1992.
- SINGER, P. *Animal liberation*. New York: Random House, 1990.
- _____. *Ética prática*. São Paulo: Martins Fontes, 1994.
- SOTILLO, A. La experimentación de cosméticos con animales, prohibida en la EU. ABC Bruselas. 2002 jun 11.
- VITALE, A. Ethical proposals for the use of non-human primates. *Primates J* 1997 out; 49:87-91.

AS ATITUDES E AS CRENÇAS EM RELAÇÃO À MATEMÁTICA: REFLEXOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Vivian Regina Marmitt¹

João Feliz Duarte de Moraes²

Nara Regina de Souza Basso³

1. Introdução

A pesquisa em educação matemática tem apresentado, nas últimas décadas, vários trabalhos enfocando as concepções dos professores sobre matemática e questões relacionadas ao seu ensino e aprendizagem dos alunos. Acredita-se que a maneira própria de cada professor ver a matemática determina a sua prática pedagógica. Diversos pesquisadores têm se dedicado a analisar as atitudes e as crenças, principalmente dos professores, e são mais raras as investigações com estudantes, sobretudo os da educação básica.

Segundo Ferreira (2002), percebe-se a força que as crenças, os valores, as atitudes e as representações sociais detêm sobre o comportamento do estudante. A autora destaca, ainda, a necessidade de estruturação de um referencial teórico que levante algumas idéias básicas para a compreensão do construto crença.

Neste capítulo serão apresentadas algumas considerações sobre os construtos crenças e atitudes. Destacaremos os resultados de alguns estudos que relacionam as atitudes e as crenças em relação à matemática.

¹ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS. E-mail: vivi.marmitt@yahoo.com.br.

² Professor Adjunto da Faculdade de Matemática da PUCRS e do Instituto de Matemática da UFRGS, Doutor em Gerontologia Biomédica. E-mail: jfmoraes@puers.br

³ Professora adjunta da Faculdade de Química e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: nrbass@puers.br.

Serão apresentados alguns resultados da pesquisa de Marmitt, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS.

2. O que são as crenças?

Ferreira (2002), num artigo publicado no Boletim GEPEN, discute a importância do estudo das crenças dentro da Educação Matemática e apresenta alguns dos principais trabalhos realizados, relacionando entre si os resultados encontrados. A autora cita a definição e características das crenças, ressaltando a evolução do termo, segundo diversos autores, e afirma que as definições apresentadas sobre o constructo crença são convenções. Destaca a importância de uma base teórica para o embasamento das pesquisas, mas adverte: “Há, porém, a responsabilidade de se comunicar idéias e resultados tão claramente quanto possível, na construção de uma base teórica para a pesquisa.” (FERREIRA, 2002, p. 70).

Fernandes e Guarnica (2002) forneceram um guia bibliográfico crítico e inicial para as pesquisas sobre as concepções do professor de Matemática. A revisão parte dos trabalhos de Thompson, tidos como referência na área, e cita algumas pesquisas brasileiras recentes. Os autores identificaram alguns estudos que apontavam para uma influência das concepções dos professores sobre as suas práticas em sala de aula. Não foram encontradas evidências de hegemonia do discurso existente em relação à matemática, seu ensino e sua aprendizagem.

Segundo Cury (1999), o interesse pelo estudo sobre as crenças e concepções relacionadas aos professores de matemática surgiu no início do século XX, a partir de preocupações de psicólogos sociais que buscavam compreender a influência das crenças no comportamento humano. Somente a partir dos anos 70 ocorreu um maior número de pesquisas sobre estes temas, utilizando novos instrumentos metodológicos.

A partir desses estudos, se torna mais clara a continuidade das pesquisas para que, assim, possam ser representadas as concepções e crenças mais comuns, gerando uma nova maneira de analisar os resultados obtidos a cada metodologia aplicada. Cury (1999, p.2) afirma que “A influência das concepções e crenças sobre as práticas dos professores e sobre o desempenho dos alunos em matemática parece ser aceita pela maior parte dos que pesquisaram o assunto”.

O conceito de crenças sobre a matemática vem sendo tratado como uma importante forma de identificarmos como o aluno aprende. É um im-

portante indicador a ser utilizado pelo professor, tornando mais fácil a escolha de quais metodologias melhor se aplicam a cada turma.

Quando se fala em crenças, surge de imediato a idéia de algo místico, religioso. Porém, quando relacionamos esse termo à matemática, ele se refere à tradução do inglês ‘*beliefs*’ e se refere às concepções que as pessoas apresentam em relação à matemática. Há vários autores que tratam das crenças abrangendo a aprendizagem e, principalmente, a forma como elas são constituídas. Vila e Callejo (2006, p.44) consideram que, na educação matemática, “As crenças gozam de certa estabilidade, mas são dinâmicas, já que a experiência ou contraste com outras podem modificá-las; estão, pois, submetidas à evolução e à mudança”.

As crenças em relação à matemática são em sua grande maioria constituídas na escola pelos professores de matemática. As crenças dos professores terão reflexo direto nas atividades desenvolvidas e, possivelmente, irão influenciar na formação do sistema de crenças dos seus alunos e definirão a aplicação que os mesmos darão à matemática, bem como a motivação à aprendizagem.

Segundo Chacón (2003), há três formas diferentes de o professor observar a matemática e a partir delas ele delimitará sua metodologia. Assim, para a autora, a matemática é:

- a) uma ferramenta, quando engloba somente fórmulas e procedimentos que não necessitam estar dentro de um contexto;
- b) um conhecimento estático: não pode ser criada nem repensada, deve ser transmitida de geração para geração;
- c) uma área dinâmica da criação humana, em contínua expansão, na qual podem ser criados modelos e procedimentos que aprimorem os conhecimentos já obtidos. Está em constante mudança e aberta a novos resultados e procedimentos.

A visão que o professor possui a respeito da matemática não influenciará somente suas aulas, mas também seus alunos. Este fato leva à descoberta de uma matemática que é apresentada de acordo com os olhos do professor, fazendo com que o aluno não se compreenda como ser importante neste contexto.

Segundo Chacón (2003), um professor que possui a visão da matemática como uma ferramenta pensa que é necessário o ensino somente de fórmulas e procedimentos. O professor que vê a matemática como algo estático, ensina principalmente o significado matemático, prioriza a lógica e os procedimentos. Já o professor que vê a matemática como uma área dinâmica de conhecimentos, prioriza a metodologia de resolução de problemas,

ênfatisa os processos lógicos e práticos, analisa os aspectos matemáticos do dia-a-dia e a produção do aluno, estimulando-o a analisar situações variadas a fim de construir conceitos.

Sendo assim, nos dois primeiros modelos, o professor é um mero transmissor de conhecimentos; já no terceiro, o professor se torna um facilitador da aprendizagem, auxiliando seus alunos a descobrirem e construïrem o próprio conhecimento.

É observando suas próprias crenças que o professor identifica se está realmente apresentando ao seu aluno a matemática que desejaria, uma vez que a crença arraigada no professor foi formada por seus mestres durante sua vida escolar. Neste sentido faz-se necessária uma constante reflexão para que sejam identificadas essas crenças. Elas não são estáticas, estão em constante questionamento para possíveis transformações.

A reflexão constante por parte do professor é de extrema importância, uma vez que o aluno cria sobre o professor uma grande expectativa. Ao realizar sua prática, o professor projeta no aluno a imagem dele próprio como aprendiz, sem muitas vezes se dar conta de que este aluno também tem sua auto-imagem e avalia o professor de acordo com ela. Conforme Chacón (2003), o estudante chega à escola com diversas expectativas a respeito das aulas e de como o professor deve ensinar-lhe. Quando o professor não corresponde a essa crença trazida pelo estudante, gera nele uma grande insatisfação que pode interferir na sua motivação.

Cada aluno tem seu autoconceito como aprendiz de matemática. Segundo Chacón (2003, p. 75), “O autoconceito em relação à matemática é formado por conhecimentos subjetivos (crenças, cognições), as emoções e as intenções de ação sobre si mesmo referentes à matemática”.

Quando aprende matemática, o aluno recebe estímulos em relação a ela. Estes estímulos estão ligados às atitudes do professor, problemas, atividades de sucesso e de fracasso, atividades de repetição, etc., que irão gerar nele certas atitudes positivas ou negativas. Se estas atitudes forem em geral positivas (sucesso, satisfação), o aluno tenderá a observar a matemática como produtora de bons estímulos e apresentará crenças positivas a respeito dela. Se estas atitudes forem, em sua maioria negativa (marcadas pelo fracasso e frustração), o aluno poderá formar crenças negativas a respeito da matemática que o levarão à diminuição da motivação para a aprendizagem da mesma.

Ao refletir sobre as crenças formadas, o aluno tem a oportunidade de revê-las e assim alterá-las. Essa oportunidade não pode ser perdida pelo professor, tanto para o reforço das crenças positivas, quanto para a

modificação das crenças negativas, estimulando a maior motivação para a aprendizagem.

Quando uma crença é formada no aluno, ela envolve diferentes sujeitos que apresentam diferentes níveis de convicção. Conforme afirma Sztajn (1998), os diferentes graus de convicção que formam as crenças podem ser totalmente subjetivas ao sujeito e este não tem consciência delas. As crenças são afirmações das quais o sujeito não sabe explicar a veracidade e tampouco a validade, diferentemente do conceito de conhecimento, que só é dado como válido quando o sujeito apresenta evidências de que ele existe.

Como vimos, as crenças são fundamentais na motivação e aprendizagem matemática e o professor tem papel essencial nessa formação, o que nos leva a questionar de que maneira essas crenças estão sendo criadas na escola e como o professor pode contribuir para uma formação positiva.

3. O que são as atitudes?

Segundo Gonzalez (1996), as definições de atitudes elaboradas por diversos autores apresentam pontos comuns, como, por exemplo, predisposição de uma pessoa para responder a um determinado objeto de maneira favorável ou desfavorável.

Brito (1996, p.11), em sua tese de livre docência, define atitude como:

[...] uma disposição pessoal, idiossincrática, presente em todos os indivíduos, dirigida a objetos, eventos ou pessoas, que assume diferente direção e intensidade de acordo com as experiências do indivíduo. Além disto, apresenta componentes do domínio afetivo, cognitivo e motor.

Na literatura são encontrados muitos estudos sobre a associação entre as atitudes dos alunos em relação à matemática e o seu desempenho. Entre eles, por exemplo, Soares (2004) verificou que os alunos com aproveitamento abaixo da média apresentaram maior frequência de atitudes negativas em relação à Matemática, quando comparados aos alunos com aproveitamento acima da média.

Gonçalves (2000) enfatiza que o trabalho do professor necessita ser voltado para o desenvolvimento de atitudes favoráveis em relação à escola e às disciplinas, aumentando a probabilidade de que seus alunos desenvolvessem atitudes mais positivas em relação às mesmas.

Faria (2006), em sua tese de doutorado, analisou os trabalhos já realizados no Brasil e em outros países, no que se refere às atitudes em relação à matemática. Concluiu que existem alguns pontos em comum entre os pesquisadores, quanto a esse tema, e que as atitudes negativas surgem por influência de diversos fatores, como, por exemplo: ensino deficiente; uso inadequado de metodologias; rejeição à Matemática por parte de mestres, alunos, pais, dentre outros.

4. Atitudes em relação à Matemática: fatores associados

Há muitas pesquisas investigando as atitudes, as concepções e as crenças dos estudantes em relação à Matemática. Os dados variam de estudo para estudo, dependendo das variáveis analisadas. O tipo de escola, as questões culturais dos países, o grau de ensino investigado, a idade dos estudantes, por exemplo, podem contribuir para as divergências encontradas.

Soares (2004) realizou uma pesquisa com 85 alunos concluintes do Ensino Fundamental, em Matemática, de uma Escola de Jovens e Adultos, localizada na região Oeste do Estado do Paraná, matriculados nas modalidades de atendimento individual e coletivo. Um dos objetivos deste estudo foi verificar as possíveis correlações entre a atitude de alunos em relação à matemática e o seu desempenho nessa disciplina. Concluiu que,

[...] quanto melhor o desempenho em Álgebra, ou em Matemática, melhor a atitude em relação à Matemática.

Estes resultados são confirmados por Araújo (1999) e Brito (1996), cujos estudos constataram que os alunos que têm melhor desempenho apresentam as melhores atitudes. (SOARES, 2004, p. 17)

Jesus (2005), em sua tese, analisou o desempenho em operações aritméticas e as atitudes em relação à matemática, do ponto de vista da aprendizagem significativa. Foram sujeitos 149 alunos de 6ª série do ensino fundamental, com idades entre 11 e 13 anos, em escolas públicas da cidade de Santos, SP. Os resultados mostraram correlação entre desempenho em operações aritméticas com números naturais e atitudes em relação à matemática. Verificou na primeira fase de testes que havia diferença significativa de atitudes, quando comparados os gêneros.

Gonzalez-Pianda et al. (2006) investigaram dados relativos às diferenças de gênero levando em consideração o ano de escolaridade e o contexto educativo, a escolaridade obrigatória do sistema educativo es-

panhol. A amostra analisada foi composta por 2.672 estudantes com idade compreendida entre 12 e 16 anos. Os resultados obtidos mostram um efeito estatisticamente significativo da variável gênero sobre as diferentes dimensões do Inventário de Atitudes Face à Matemática (IAM). O interesse pela matemática e a percepção da utilidade da matemática face ao futuro decresceram significativamente à medida que subiram os anos de escolaridade. Também a competência percebida para aprendizagem e sucesso na matemática diminuiu significativamente à medida que os estudantes avançavam no seu grau de escolaridade. Os dados desta pesquisa indicam que, enquanto os homens atribuem à capacidade o sucesso nessa disciplina, as mulheres apresentam:

- (1) mais falta de confiança nos seus sucessos futuros na área de matemática;
- (2) um pensamento mais estereotipado (e.g., sustentando mais vezes que a “matemática é coisa de homens”);
- (3) menor competência percebida para a aprendizagem da matemática;
- (4) menor ansiedade face à matemática;
- e (5) menor atribuição do sucesso a causas externas (e.g., ser o favorito do professor). (GONZALEZ-PIENDA et al. , 2006, p. 140)

Marmitt (2008), na sua dissertação de mestrado, trabalhou com um universo de 170 estudantes de uma escola municipal do município de Três Coroas-RS, de 5ª a 8ª série do ensino fundamental. Estes alunos apresentaram uma média de idade 12,45 anos com um desvio padrão de 1,64 anos e as idades variaram de 9 a 21 anos. Os alunos responderam um questionário com perguntas gerais e a escala de atitudes em relação à matemática validada e adaptada por Brito (1998). Os alunos também responderam duas escalas do tipo Likert (após adaptação) referentes às crenças em relação à matemática (opinião sobre a matemática e o relacionamento com a matemática) elaboradas a partir de idéias apresentadas no livro chamado *Matemática Emocional* de Chacón (2003).

Os alunos foram classificados em dois grupos a partir do escore total da escala de atitudes em relação à matemática. Foi adotado, como ponto de corte, o termo central da escala (50 pontos). Assim, os alunos que obtiveram um escore total acima de 50 foram considerados como tendo atitudes positivas em relação à matemática e aqueles que tiveram um escore máximo de 50 pontos, como o grupo com atitudes negativas.

As variáveis gênero e atitudes em relação à matemática não apresentaram evidências de associação entre si. As atitudes em relação à matemática mostraram-se associadas com:

- série do aluno;
- matemática como a disciplina que mais gosta;
- matemática como a disciplina que menos gosta;
- matemática a disciplina que retiraria da grade curricular;
- compreensão ou não dos conteúdos matemáticos;
- entendimento ou não das explicações do professor de matemática;
- capacidade de concentração ou distração durante as aulas de matemática;
- tempo de estudo semanal dedicado à matemática;
- desempenho (notas) percebido em matemática.

Por meio da regressão logística univariada mostraram-se associadas às atitudes, as variáveis, idade e escore total da escala de crenças.

A análise multivariada (regressão logística) revelou que os fatores independentes relacionados às atitudes foram:

- matemática a disciplina a ser retirada da grade curricular (Odds ratio (OR) = 0,031 / Intervalo de Confiança (IC) = 0,003 – 0,353; $p = 0,005$);
- escore total da escala de crenças (OR = 1,230 / IC = 1,127 – 1,343; $p < 0,001$);
- desempenho (nota) percebido superior ou não aos demais colegas da turma (OR = 4,966 / IC = 1,251-19,715; $p = 0,023$). Este modelo estimou uma percentagem preditiva correta de 84,8% dos casos.

Os alunos foram classificados em dois grupos de acordo com a resposta que forneceram sobre as suas notas em matemática. Os resultados estão expressos na figura 1.

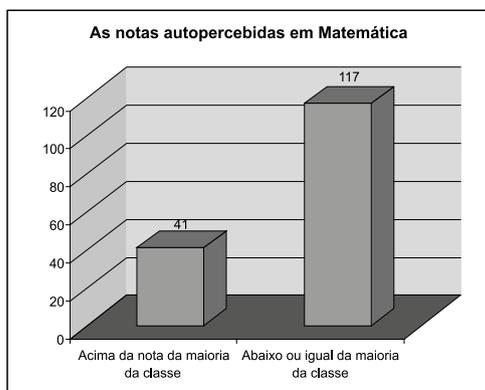


Figura 1 Respostas dos alunos sobre o desempenho em matemática

Realizou-se uma nova regressão logística adotando-se como variável dependente o desempenho (notas) autopercibido pelos alunos. Os resultados obtidos evidenciaram que esse mostrou-se associado com: a série do aluno, gostar ou não de matemática, compreensão ou não dos conteúdos matemáticos, entendimento ou não das explicações do professor, capacidade de concentração ou distração durante as aulas, tempo de estudo semanal e desempenho percebido em matemática.

A análise multivariada (regressão logística) revelou que os fatores independentes relacionados ao desempenho percebido foram:

- compreensão das explicações matemáticas (Odds ratio (OR) = 5,992 / Intervalo de Confiança (IC) = 1,107 – 32,435 ; $p = 0,038$);
- distração ou concentração (OR = 1,230 / IC = 0,202 – 0,908 ; $p < 0,027$);
- escore total da escala de atitudes em relação à matemática (OR = 1,106 / IC = 1,058 – 1.155; $p < 0,001$). Este modelo estimou uma percentagem preditiva correta de 73,8% dos casos.

5. Considerações finais

Na literatura há muitos estudos dizendo que há evidências significativas, do ponto de vista estatístico, de que o interesse pela matemática (atitudes ou crenças positivas) decresce na medida em que o aluno aumenta a idade ou ascende no seu nível de escolaridade na educação básica.

O desempenho em matemática é um importante fator associado às atitudes dos alunos em relação a essa disciplina. Os alunos com melhor desempenho em matemática tendem a apresentar atitudes mais favoráveis a respeito da mesma, ou vice-versa.

Segundo Maia de Paula e Brito (2006), as pessoas com atitudes positivas em relação à matemática tendem a ter predisposição para a aprendizagem dessa disciplina. As autoras ainda destacam a importância da auto-eficácia, isto é, a crença que a pessoa possui em suas capacidades, no desenvolvimento de habilidades envolvidas no processo educativo.

Há muito tempo é esperado do professor mais que a mera transmissão do conhecimento. As concepções e as crenças do professor sobre a matemática necessitam de uma melhor discussão para que o mesmo possa de maneira intencional colocá-las em prática ou revê-las. Precisamos de maior abertura para as inovações pedagógicas.

Ardiles e Brito (2006) afirmam que é necessário investigar que tipo de concepção os professores, em especial os que lecionam no domínio específico da matemática, têm sobre conhecimento e quais seriam as suas relações com as atitudes em relação à matemática.

É observando suas próprias crenças que o professor identifica se está realmente apresentando ao seu aluno a matemática que desejaria, uma vez que a crença arraigada no professor foi influenciada por seus mestres durante sua vida escolar. Neste sentido se faz necessária uma constante reflexão e observação de atitudes, para que sejam identificadas essas crenças e novamente repensadas, uma vez que elas não são estáticas e necessitam de constante questionamento para possíveis transformações.

Repensar essas questões é importante ante a necessidade de reversão das atitudes negativas em positivas dos nossos alunos para a aprendizagem.

Referências

ARDILES, Roseline Nascimento; BRITO Regina Ferreira. Concepções e atitudes dos professores: os aprioris da prática e implicações para o ensino da matemática. Disponível em: < <http://www.ctec.ucs.br/eventos/outros/egem/cientificos/cc27.pdf> >. Acesso em 31 mai. 2008.

BRITO, Márcia Regina F. *Um estudo sobre as atitudes em relação à Matemática em estudantes de 1º e 2º Graus*. 339 p. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

_____. Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Matemática. *Zetetiké*, Campinas, v. 6, n. 9, 1998, p. 109-162.

CHACÓN, Inéz Maria Gómez. *Matemática Emocional: Os Afetos na Aprendizagem Matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CURY, Helena Noronha. Concepções e crenças dos professores de matemática: pesquisas realizadas e significados dos termos utilizados. *Bolema*, Rio Claro, v.12, n.13, p. 29-43,1999.

FARIA, Paulo Cezar. *Atitudes em relação à matemática de professores e futuros professores*. 2006. 332 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

FERNANDES, Dea Nunes; GUARNICA, Antonio Vicente Marafioti. Concepções do professor de matemática: contribuições para um referencial teórico. *Boletim GE-PEM*, Rio de Janeiro, n. 40, p. 11-36, ago.2002.

FERREIRA, Ana Cristina. O que pensam os estudantes sobre a matemática? Uma revisão das principais pesquisas sobre crenças em relação matemática, seu ensino e aprendizagem. *Boletim GEPEM*, Rio de Janeiro, n. 40, p. 40-69, ago.2002.

GONÇALEZ, Maria Helena de C. de Castro; BRITO, Márcia Regina F. Atitudes (des)favoráveis com relação à matemática. *Zetetiké*, Campinas, v.4, n.6, jul/dez.1996.

GONÇALVES, Tadeu Oliver. *Formação e desenvolvimento profissional de formadores de professores: o caso dos professores da UFPA*. 2000. [s.n.]. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

GONZALEZ-PIENDA, Júlio A. et al. Olhares de gênero face à matemática: uma investigação no ensino obrigatório espanhol. *Estudos de Psicologia*. Natal, 2006, v.11, n. 2, p. 135-141.

JESUS, Marcos Antonio Santos de. *As atitudes e o desempenho em operações aritméticas do ponto de vista da aprendizagem significativa*. 2005. [s.n.]. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MAIA DE PAULA, Kelly Christine; BRITO Regina Ferreira. Atitudes, auto-eficácia e habilidade matemática. Disponível em: < <http://www.ctec.ucs.br/eventos/outros/egem/cientificos/cc20.pdf> >. Acesso em 31 mai. 2008.

MARMITT, Vivian Regina. *Influência das crenças e atitudes em relação à matemática na sua aprendizagem por meio da resolução de problemas*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática), Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2008.

SOARES, Fernando Gabriel Eguia Pereira. As atitudes de alunos do ensino básico em relação à Matemática e o papel do professor. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/27/gt19/t194.pdf>>. Acesso em 31 mai. 2008.

SZTAJN, Paola. Buscando um perfil da população: Quais as crenças dos professores de matemática? *Zetetiké*. Campinas, v.6, n.10, jul./dez. 1998.

VILA, Antoni; CALLEJO, Maria Luz. *Matemática para aprender a pensar: o papel das crenças na resolução de problemas*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS QUE FUNDAMENTAM A PRÁTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Maurivan Güntzel Ramos¹

Márcio Freschi²

Fernanda Moser³

1. Introdução

O artigo relata a investigação realizada com trinta professores de Ciências e Matemática, ingressantes no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática de uma Instituição de Ensino Superior do Rio Grande do Sul. O fato de estarem ingressando em um curso de pós-graduação representa um diferencial, pois os docentes estão buscando a ampliação das percepções teóricas e de sua qualificação profissional, além de uma mobilização para aprender. Por isso, a importância de investigar o pensamento desse grupo sobre a sua prática pedagógica a partir do seu discurso.

A pesquisa teve por objetivo identificar os princípios que fundamentam e subjazem a ação desses sujeitos em suas atividades de sala de aula. Desse modo, a investigação partiu da seguinte indagação: Que princípios fundamentam a prática de sala de aula de professores de Ciências e Matemática em relação aos procedimentos metodológicos?

Para a identificação desses princípios foi procedida a análise de textos escritos pelos professores com as respostas às questões apresentadas a

¹ Licenciado em Química e Químico e Doutor em Educação. Professor Titular do Curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Química e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: mgramos@pucrs.br.

² Mestre em Educação em Ciências e Matemática (PUCRS). Professor da Faculdade Concórdia. E-mail: marciofreschi@yahoo.com.br

³ Mestre em Educação em Ciências e Matemática (PUCRS). E-mail: femoser@ig.com.br.

seguir, formuladas no início da disciplina *Seminário de Prática Docente: problematização*: “Como você ‘ensina’? Quais os principais procedimentos metodológicos que você emprega na sala de aula? Como a metodologia empregada por você contribui para a aprendizagem dos alunos?”.

Os depoimentos dos professores foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2007). Assim, a partir da unitarização dos depoimentos, da organização dessas unidades de significado em categorias, buscou-se identificar os princípios que fundamentam os procedimentos metodológicos constituintes da prática docente dos sujeitos de pesquisa.

No presente artigo são apresentados alguns fundamentos relativos à organização do ensino, que contribuem para a interpretação dos textos produzidos pelos sujeitos de pesquisa. Na seqüência são apresentados resultados da análise dos textos produzidos pelos professores, identificando-se alguns princípios de natureza metodológica que, de modo consciente ou inconsciente, possivelmente, fundamentam a prática dos docentes participantes da investigação. A leitura e análise desses princípios podem contribuir para a reflexão sobre a prática de professores dessas áreas e para a tomada de consciência sobre a necessidade da reestruturação das atividades de sala de aula, no sentido da busca de aulas diversificadas, envolventes e produtivas e intensamente relacionadas com contexto físico e social dos estudantes.

2. Considerações de natureza teórica

O uso de atividades diferenciadas pelos professores, muitas vezes, é recebido com resistência por alguns alunos, talvez, por estarem acostumados e acomodados com o trabalho que vem sendo realizado ou por nunca terem participado de uma aula diferente daquelas em que o professor apenas fala e os alunos escutam. É fácil ouvir o professor e apenas repetir aquilo que é transmitido, porém, isso pouco contribui para aprendizagens significativas e para a formação dos alunos como cidadãos. É necessário que o estudante aprenda a ser autônomo, busque o conhecimento por meio de recursos próprios, em função das suas necessidades e interesses e sinta o prazer do crescimento intelectual. Para que isso aconteça, é preciso proporcionar aulas com atividades variadas, como são as experiências cotidianas, que promovam a reconstrução do conhecimento e possibilitem um compartilhamento de informações e de experiências entre professores e alunos.

De acordo com Demo (1998), o educar pela pesquisa pode contribuir efetivamente para a melhoria do processo ensino-aprendizagem. No entanto, em geral, os alunos da educação básica apresentam resistências iniciais por nunca terem tido a oportunidade de estudar desse modo. Por outro lado, é possível que o professor tenha também dificuldades e dilemas em relação a romper com a sua prática tradicional. Essas inseguranças contribuem para que as primeiras tentativas de modificarem seus métodos de trabalho conduzam a resultados não esperados e a frustrações com a experiência.

Para superar tais resistências, é necessário aprender a conviver com a insegurança. Uma maneira eficaz é partir da realidade em que vivemos, na tentativa de compreendê-la. Assim, iniciar as unidades de ensino e as aulas tendo por base os conhecimentos que os estudantes manifestam sobre a sua percepção dos fatos recentes ou remotos do cotidiano, contribui para situar os participantes da aula, alunos e professor, sobre as representações de cada um. Contribui também para que todos penetrem nesse mundo da vida, onde habitam e aprendem. Compreender o modo como os alunos e o professor percebem esse cotidiano, as suas transformações e limitações e como aprendem com as suas vivências pode ajudar a lidar com a sua complexidade e com as incertezas. Isso é fundamental para avanços qualitativos no campo da educação humana.

Uma metodologia que propicie a ligação entre a argumentação feita pelo professor, pelo próprio aluno e a realidade vivida por ambos encurta a distância entre o ensino e a aprendizagem. Além disso, oportuniza ao aluno a reconstrução dos conhecimentos já existentes pela sua ação, o que promove aprendizagens significativas e efetivas (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2004). Isso tem relação direta com o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de decisão própria. De acordo com Freire, “é necessário que os alunos aprendam que é decidindo que se aprende a decidir. Não posso aprender a ser eu mesmo se não decido nunca [...]” (FREIRE, 2002, p.119). No entanto, para que os alunos aprendam a decidir é necessário que o professor oportunize momentos e condições em que todos possam experimentar situações dessa natureza.

É preciso que o professor utilize procedimentos metodológicos adequados ao conteúdo que está trabalhando e às intencionalidades dos envolvidos, tendo em vista que as mesmas interferem no processo de desenvolvimento do aluno, orientando-os e auxiliando-os na direção da auto-educação, da autonomia e da emancipação intelectual. Por meio de adequados procedimentos de ensino pode ser possibilitado ao aluno “an-

dar sozinho”. Assim, é importante que os procedimentos metodológicos auxiliem o aluno no processo de pensar por si só, pela sua cabeça, sem, contudo, esquecer que vive e aprende com os outros.

Os alunos aprendem observando, participando, criando e elaborando situações que sejam do seu interesse e que ajudem a dar respostas às suas perguntas. Aprendem relatando suas conclusões, por meio da busca coletiva ou individual de informações. É com base nesses dados que o professor precisa colocar em prática procedimentos de trabalho que melhor se adaptem ao conteúdo que está sendo desenvolvido, e que é objeto de conhecimento. Por exemplo, uma metodologia exclusivamente baseada na transmissão de informações prontas e indiscutíveis reduz o aluno a objeto, no qual se deposita algo que, posteriormente, terá que ser devolvido ao próprio professor. Aprender não significa acumular informações, muitas vezes, sem sentido para o sujeito. Significa reconstruir o conhecimento que se tem, e, com isso, construir condições e alternativas para resolver problemas novos que vão sendo apresentados pelo próprio mundo, dia após dia. Viver é aprender.

Entretanto, os métodos e estratégias, sozinhos, não dão conta da complexidade do ensinar e do aprender, pois os protagonistas desses processos são seres humanos, nos quais a constituição e o desenvolvimento são processos complexos. No caso da sala de aula, há sempre situações novas que necessitam ser gerenciadas e mediadas pelo professor, junto aos alunos. Em outras palavras, os problemas de aprendizagem não são eminentemente técnicos. Assim, quando são referidos os procedimentos metodológicos e metodologias, neste texto, entenda-se que integra essa dimensão a ação humana, inteligente e criativa, capaz de promover desenvolvimento e evolução, reconstruções e aprendizagens.

No espaço escolar, os procedimentos didático-metodológicos são empregados para a construção de um conhecimento mais complexo e mais científico dos alunos. Além disso, conforme Martins (2002), a metodologia precisa auxiliar no processo ensino-aprendizagem, podendo diferenciar uma aula boa de uma ruim. Por isso, a correta escolha de modos de intervenção nas aulas pode definir a qualidade do trabalho desenvolvido.

O ensino precisa partir de situações reais, utilizando material concreto ou situações-problema que envolvam efetivamente o aluno no estudo. Por isso, de acordo com Demo (1998), é importante a presença constante do questionamento reconstrutivo, possibilitando que o aluno se torne sujeito ativo e protagonista do processo ensino-aprendizagem. É, também, de suma importância adequar os conteúdos de estudo às condições cogni-

tivas dos alunos, para que consigam compreendê-lo com sucesso e tenham mais autoconfiança. Além disso, é preciso propiciar momentos de trabalho em grupo, possibilitando, assim, exercitar o diálogo e o compartilhamento dos conhecimentos. As aulas necessitam estimular o aluno à proposição de situações-problema, por meio de suas dúvidas, inquietações e indagações originadas no cotidiano. Por isso, não apenas os questionamentos que o professor apresenta constituem objeto de estudo de uma aula, mas, principalmente, os questionamentos dos alunos.

Para isso a pesquisa é importante, tendo em vista que ela faz parte do dia-a-dia. Pesquisamos o tempo todo e nem percebemos que estamos pesquisando e que somos permanentes pesquisadores. Assim, quando se desenvolvem atividades em sala de aula, é recomendável considerar que a aprendizagem consiste na reconstrução dos argumentos que já temos e que explicitamos por meio da linguagem oral ou escrita (RAMOS, 2002). Desse modo, é necessário que o aluno se sinta estimulado e questionado para que aprenda a elaborar argumentos e a pesquisar por si próprio.

Para Freire,

[...] não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino, continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade (FREIRE, 2002, p.32).

Além disso, quando o professor propõe pesquisa aos alunos, ele também participa da investigação. E, “ao pesquisar o professor se torna aprendiz, constrói o conhecimento, vive a alegria, o prazer deste processo” (ANASTASIOU, 1998, p.162).

Também é necessário considerar a organização, pelo professor, de estratégias que possam auxiliar os alunos em suas dificuldades, além de propiciar momentos produtivos e prazerosos durante as aulas. Se é pretensão que os alunos realmente aprendam algo significativamente, é preciso envolvê-los permanentemente e intensamente nesse processo de aprender.

Uma pergunta necessita estar presente em nossa prática: como tornar os alunos motivados, a fim de conseguir um comprometimento pessoal com sua própria aprendizagem? Segundo Fita e Tapia, “a motivação está ligada à interação dinâmica entre as características pessoais e os contextos em que as tarefas escolares se desenvolvem” (2004, p. 8). Para que os alu-

nos tenham vontade de aprender, é recomendável desenvolver processos pedagógicos que promovam uma interação de qualidade, sempre alicerçada nos conhecimentos prévios para que tenha significado para os sujeitos envolvidos. Na medida em que o objeto de estudo se relaciona com a vida e com o conhecimento dos alunos, o envolvimento e aproveitamento têm maior probabilidade de ocorrer.

É conveniente lembrar que o que foi discutido até aqui e que não é nada simples na prática da sala de aula, deve ser considerado quando se tem a intenção de promover a aprendizagem. Para que haja avanços no processo de ensino-aprendizagem, é preciso o empenho coletivo dos professores. Os grupos de estudos em escolas têm mostrado resultados relevantes, apontando para a necessidade de os professores reunirem-se e pesquisarem coletivamente (KISS, 2006; OLIVEIRA, 2006; VARGAS, 2006).

De acordo com Grillo (2004), também é preciso desenvolver nos professores o hábito da busca por novas metodologias. É importante que possam apresentar argumentos consistentes e comunicar a eles mesmos que o trabalho que desenvolvem é resultado do seu saber, do seu fazer e principalmente do seu ser, significando um compromisso consigo mesmo, com o aluno, com o conhecimento, com a sociedade à qual pertencem e com sua transformação. Depende do professor a busca de metodologias que propiciem uma melhor qualidade do ensino.

É necessário que o professor estimule o desenvolvimento de atitudes mentais e práticas desde a educação infantil. Assim, estará colaborando para o processo de formação de cidadãos atuantes, estimulados para a crítica e para o questionamento. Segundo Freire (2002), quando o professor entra em sala de aula, é preciso estar aberto às indagações, às curiosidades do aluno, que é um ser crítico e inquiridor. Cabe destacar a colaboração necessária de toda a equipe de professores para que trabalhem com metodologias que auxiliem na formação crítica e argumentativa dos alunos. Pode ser mais fácil trabalhar com a educação tradicional, pois exige menos dos professores, mas pouco contribui para a formação crítica e consciente do aluno e para o desenvolvimento de sua cidadania.

3. A importância do diálogo nos métodos aplicados na educação escolar

Como já foi referido, há tendências ao uso de práticas pedagógicas constituídas pelo emprego de aulas que privilegiem a informação. Por isso é necessária uma reflexão dos professores e alunos, no sentido da busca

de novos princípios e propósitos para a ação educativa que privilegiam a aprendizagem de conhecimentos, habilidades, atitudes, valores, enfim, de competências relevantes para a vida e para a convivência social.

Nesse sentido, a metodologia de ensino, como área que estuda como ocorrem as ações de ensino-aprendizagem, é essencial para a estruturação dos caminhos a serem percorridos pela ação didática. Esses caminhos utilizam diferentes procedimentos de ensino, objetivando envolver o aluno em processos de reconstrução dos seus conhecimentos, tanto no ambiente escolar como em ambientes que integram seu cotidiano.

Para que sejam eficazes, os processos de ensino implicam organização a partir de princípios que possibilitem a aprendizagem do aluno. Esses processos estão assentados em objetivos e intencionalidades que lhes dão direção. No entanto, mesmo aceitando a necessidade da organização do ensino, o que implica planejamento de procedimentos claros, essas ações não ocorrem por si só. Professor e alunos são os protagonistas desse processo, em uma ação dialógica. No emprego de métodos nas atividades do cotidiano escolar, o professor consciente vê-se obrigado a afastar a idéia de ver o método como um processo que se realiza por si mesmo, tendo em mente que método de ensino só tem sentido, se contribuir para a aprendizagem, envolvendo interação entre as pessoas.

A organização do ensino implica planejamento, que pode ser definido, segundo Gandin (1983), como a reunião de idéias para pensar em algo que ajude a alcançar resultados efetivos, no sentido de que seja bem realizado aquilo que é desejado. É necessário um posicionamento a respeito do que é adequado para o grupo de alunos, se é coerente com os ideais de homem e de sociedade. Para Gandin, “planejar não é fazer alguma coisa antes de agir. Planejar é agir de um determinado modo para um determinado fim” (1983, p.55). Portanto, o plano de ensino é a aproximação entre a elaboração e a execução, entre o pensar e o agir.

Os fins do processo educativo escolar são traçados a partir da interação entre professor e aluno. A ação docente precisa partir de determinadas situações de estudo, do exame de dados da realidade – construções empíricas que ocorrem no meio social – e avançar para um conhecimento mais complexo, com o auxílio de um pensamento mais científico. Entretanto, os métodos de ensino não podem fazer da ação didática uma rotina pedagógica. O ensino como fenômeno que parte da realidade concreta e dialoga com ela é um processo que necessita da inter-relação entre os sujeitos envolvidos, os saberes consolidados e a produção do conhecimento. Para que ocorram progressos nas ações educativas escolares, é preciso que

o professor e o aluno tenham uma atitude consciente e crítica do seu papel nesse processo. Desse modo, os métodos utilizados implicam participação e envolvimento permanentes. O diálogo é a essência dessa participação e é por ele que se dá o desenvolvimento das capacidades crítica e criadora do aluno e do professor. Além disso, o diálogo implica um relacionamento saudável entre as pessoas, essencial para que seja alcançado com sucesso o objetivo de qualquer atividade de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, a orientação e a mediação do professor são decisivos. Cabe a ele a tarefa de fazer com que o conteúdo selecionado como objeto de estudo escolar seja extraído das suas práticas sociais e dos alunos, refletindo o conjunto das realidades de que todos fazem parte. Isso significa promover a problematização dessas realidades, gerando elementos para serem estudados e compreendidos no trabalho de sala de aula. Isso pode significar também ter de adaptar o conteúdo, partindo de realidades individuais até envolver de uma forma mais ampla todos os alunos. São os professores os responsáveis pelo desenvolvimento da consciência crítica do aluno, superando o que a pesquisa em livros didáticos, em geral, não permite.

Assim, é preciso ajudar os alunos a problematizarem a realidade e a questionarem a própria aprendizagem. Para isso, o professor precisa ouvir e se fazer ouvir, fazendo não só com que os alunos compreendam as idéias, mas que também se posicionem criticamente diante delas. A atividade desenvolvida a partir de um material escrito não permite apenas a simples memorização, mas a construção de compreensões e da crítica.

Para tanto, as relações entre professor e aluno necessitam ser francas e estimuladas, de modo que contribuam para o crescimento do aluno, que passa a perceber no professor o papel de orientador. Essas relações necessitam ser entendidas de forma humana e tolerante; o professor precisa compreender que o seu papel é o de oportunizar situações que contribuam efetivamente para transformações relevantes no ser, no pensar e no fazer do aluno, proporcionando seu crescimento. Assim, a organização das tarefas pedagógicas a serem desenvolvidas serve para promover a articulação entre a escola existente e a sociedade desejada.

Os desafios da prática docente oportunizam ao professor sair do isolamento e da solidão, passando a compartilhar com os alunos o enfrentamento dos dilemas cotidianos. Problemas como indisciplina, dispersão e dificuldades perturbam a realização das tarefas pedagógicas. No entanto, faz parte da gestão da sala de aula enfrentar essas questões em diálogo aberto com os estudantes. Assim, administrar o cotidiano escolar tornou-se uma grande tarefa para professores e alunos. Na tentativa de amenizar essa

situação, todos precisam estar conscientes de que as soluções para esses problemas também são coletivas, pois a escola é uma construção social. O diálogo e o compartilhamento de experiências colaboram neste processo, visto que facilitam as coincidências e diferenças, a abertura e a honestidade. Os alunos precisam estar abertos a novas idéias e formas de pensar, desenvolvendo a capacidade de ouvir e possibilitar a realização de conexões, pois o conhecimento é gerado pelo intercâmbio com os outros.

Os professores também precisam estar cientes de que as aulas não necessitam seguir um esquema rígido. A opção pela melhor etapa ou passo a ser seguido depende dos objetivos e conteúdos, das características do grupo de alunos, dos recursos disponíveis, etc. A forma pela qual as ações são distribuídas durante a aula é o que determina o ensino-aprendizagem. Segundo Naira (2004, p.182), “para ensinar é necessário um olhar sobre o indivíduo”. Quem é o aluno, o que ele pretende? Esse questionamento precisa ser constante na vida de qualquer professor, para que os objetivos pretendidos sejam alcançados.

Para dar conta de tantas exigências, o professor necessita lançar mão de saberes docentes que, conforme Tardif (2002), são compostos por vários saberes, tais como: saberes da formação profissional, saberes disciplinares, saberes curriculares e saberes experienciais. Os saberes da formação profissional são os conhecimentos ligados às ciências da educação e envolvem teorias e métodos pedagógicos; os saberes disciplinares estão relacionados a cada área do conhecimento; os saberes curriculares estão vinculados aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos e apresentam-se concretamente em forma de programas escolares; e os saberes experienciais são aqueles que os professores desenvolvem com a prática docente e no próprio meio de vida. Assim, é uma tarefa para os cursos de formação inicial de professores promover o desenvolvimento desses saberes.

Todas essas considerações, de certo modo, integraram os textos dos professores, sujeitos da pesquisa realizada. A seguir são apresentados alguns resultados da análise realizada desses textos, a qual possibilitou a construção de princípios que alicerçam o trabalho desses professores.

4. Alguns resultados da análise dos textos

A análise textual discursiva dos textos produzidos pelos trinta sujeitos da investigação permite apresentar considerações relevantes sobre o que está presente no discurso desses professores e, provavelmente em sua prática docente.

Inicialmente, é importante citar que um terço dos sujeitos referiu que a boa aula depende da metodologia, como ilustra o que afirma a professora T: “Sabemos que a metodologia utilizada pelo professor implica diretamente no resultado do trabalho feito por ele”. Alguns professores não têm clareza em relação ao significado da palavra metodologia e não têm a consciência de que o que fazem em sala de aula cotidianamente não deixa de ser a aplicação de métodos baseados nas suas teorias pessoais, apesar de não ter um nome específico. Mesmo assim, intuitivamente, acreditam que o sucesso do seu trabalho depende do modo como atuam em sala de aula. Um quarto dos sujeitos fez alguma referência sobre a necessidade de conhecer os alunos para definir a metodologia. Destacam que é necessário também conhecer o meio, as condições e o espaço escolar para definir o que vão realizar em sala de aula. Ilustra-se esse aspecto com os seguintes depoimentos:

- Cada aluno, cada turma, aprende de uma maneira diferente, e essa questão precisa ser levada em consideração quando planejamos nossas aulas. (Professora A)
- Em um primeiro momento, acredito que tenhamos que analisar e perceber quem são os nossos alunos, quem é que vai estar conosco no nosso dia-a-dia de sala de aula, quais são as vivências que trazem, para, então sim, tentar definir uma ou mais metodologias. (Professora D).
- Penso que não existe um método único eficaz. Em determinados momentos de um jeito, em outros, de outra maneira. Depende muito do conteúdo, do tempo disponível, do grupo de alunos. O que funciona em uma turma pode não funcionar em outra e vice-versa. (professora J)
- Se me perguntarem qual o método que adoto, responderei que depende. Alunos do turno da noite optam por uma aula direta, expositiva e dialogada. Já os alunos do diurno precisam gastar energia, precisam ser questionados, desafiados, querem participar. (Professor P)

Um sexto dos sujeitos afirmou que é importante partir do que os alunos já sabem. Essa afirmação está implícita nos textos de outros professores, pois os conhecimentos prévios dos alunos são fundamentais para o trabalho em aula se há o entendimento de que aprender significa reconstruir o que já se conhece. A importância disso, associada ao processo de ques-

tionamento em sala de aula e a outras formas, fica evidente no que afirmam os professores I, M e T:

- Um dos métodos que se utiliza na aprendizagem é o questionamento. Procura-se inicialmente identificar e diagnosticar os conhecimentos prévios do aluno por meio de questionamentos, propondo-se os objetos de aprendizagem. Assim sendo, destaca-se a aplicabilidade, a partir dos questionamentos, como sendo uma das mais eficazes formas para o aprendizado. (Professor I)
- Acho importante partir sempre das informações que o meu aluno possui sobre o tema que vou trabalhar. A contextualização feita deve respeitar o contexto onde o aluno está inserido. Assim, ele consegue fazer mais facilmente relações e também participar mais efetivamente. Penso que sempre que algo possui um significado, conseguimos estabelecer relações tornando o aprendizado significativo. (Professora M)
- Para que os alunos possam participar deixando claro para o professor o que já sabem, vários procedimentos metodológicos são utilizados, posso citar o questionamento oral aos alunos que podem comentar sobre o que sabem, montagens de quebra-cabeças, elaboração de textos. (Professora T).

A compreensão sobre como o aluno pensa e o que conhece tem relação com a necessidade de um estudo vinculado à realidade social e ao cotidiano. Alguns professores referiram que é importante para a aprendizagem que o aluno consiga enxergar a associação com o cotidiano e a relevância social dos temas trabalhados em sala de aula. Sobre isso, a Professora T forneceu o seguinte exemplo:

- Para ilustrar vou citar um exemplo que pode ser o ensino de porcentagem e regra de três na sexta série. Em vez de aula expositiva e resolução de uma lista de exercício, parte-se de uma situação do cotidiano que pode ser a reposição de água no organismo. Por meio dos alimentos ingeridos, os alunos fazem uma lista dos alimentos mais consumidos por eles e da porcentagem de água presente nesses alimentos. (Professora T).

Em geral, os sujeitos afirmaram que é necessário utilizar recursos variados nas aulas, tais como os de natureza tecnológica (vídeo, compu-

tador com projetor), as imagens (figuras), o quadro e giz, os jogos entre outros. Entre as estratégias, destaca-se a realização de projetos de pesquisa, jogos, charadas, desafios matemáticos, resolução de problemas, troca de experiências e discussões em sala de aula, seminários, análise de textos, sondagens, aulas expositivas, realização de exercícios, interação por meio de portal da disciplina, atividades práticas e experimentais entre outras. O que se pode evidenciar com clareza é que a grande maioria varia com frequência de estratégia, pois entendem que os alunos não aceitam o que se transforma em rotina. No entanto, tem o outro lado desse entendimento, pois um quinto dos sujeitos refere que quando propõe atividades inovadoras, como, por exemplo a realização de projetos de pesquisa, os alunos mostram muita resistência, solicitando ao professor que apresente o conteúdo de modo expositivo. Isso pode ser evidenciado nos depoimentos a seguir:

- Encontro muitas dificuldades por parte dos alunos que estão acostumados com aulas tradicionais, onde precisam apenas copiar o que é dado pelo professor, sem, muitas vezes, ter que pensar a respeito do assunto. Em vista desse problema, os alunos apresentam muita resistência para se expressar ou criar textos e dessa forma o trabalho torna-se mais difícil, mas acredito que este seja um método eficiente de estimular o aluno a buscar sua autonomia e construir conceitos para formular suas argumentações. (Professora A).
- A partir do momento em que o aluno não tem nenhum interesse em sala de aula, por mais métodos diferentes que se use, não se consegue motivar o aluno, não se consegue fazê-lo entender que ele estuda para ele, e não para tirar uma boa nota na prova ou passar no vestibular, ele estuda para o futuro dele, para se tornar um cidadão melhor e mais capaz. (Professor L).
- O principal problema enfrentado, por mais incrível que pareça, é a resistência dos próprios alunos. Como assim?! É verdade, os alunos estão tão acostumados ao método tradicional, que demoram muito a perceber que essas atividades facilitarão seu crescimento pessoal. (Professora O).
- Os alunos têm uma tendência a acomodarem-se às metodologias empregadas a eles. Já encontrei resistências por parte dos alunos em participarem de atividades práticas. Preferiam somente a escrever no caderno. A metodologia adotada em sala de aula, além de influenciar na aprendizagem, interfere no comportamento dos alunos. Seja em curto ou em longo prazo. (Professor P).

Esses depoimentos mostram algumas das dificuldades quando se pretende superar o ensino tradicional. A pergunta que fica é se essas resistências também não são do professor, que utiliza, nesses momentos, esses argumentos de alguns alunos a seu favor. Isso mostra que romper com a tradição na qual se está imerso exige trabalho cuidadoso e muita paciência. Exige também estudo para que o professor realize seu trabalho com consistência teórica e compromisso. Sobre isso, uma quarta parte dos professores manifestou-se:

- Não bastam anos de experiência e conhecimentos específicos em sua área de atuação, mas se faz necessário saberes pedagógicos e didáticos, ou seja, a utilização de uma metodologia adequada para o benefício da aprendizagem. Preparar o aluno para essa mobilidade, para os novos conhecimentos e apropriações, necessita de profissionais comprometidos e conscientes de sua prática docente. (Professora C)
- Para trabalhar com pesquisa, o professor, além de estar preparado, tem que estar sempre reciclando e reconstruindo seus próprios conhecimentos. (Professora F)
- Penso que a teoria é a base de qualquer situação prática, porém a vivência em sala de aula e as experiências adquiridas são fundamentais para o desenvolvimento de um professor que consegue tirar o foco principal do conteúdo, mas que passe a ter o foco do processo de aprendizagem do aluno. (Professora H)
- Com isso, vi que o problema da indisciplina crescente dos alunos não estava nos alunos, mas sim, no meu fazer pedagógico, na minha metodologia. Que por sinal, era exatamente, uma cópia dos meus antigos professores, tanto do ensino básico e superior, com raras exceções. Resolvi, portanto, mudar. (Professora O)

Nos textos analisados, são apontadas dificuldades associadas aos procedimentos metodológicos pela metade dos sujeitos da investigação. Essas têm relação com: a falta de acesso à tecnologia pelos alunos e professores; o despreparo de docentes e a falta de conhecimento de outras abordagens de ensino pela falta de programas de capacitação; a dificuldade de realização de um trabalho interdisciplinar com os colegas; o tempo insuficiente para realização de um trabalho inovador; a inexperiência de alguns professores; a falta de motivação e de participação dos alunos em atividades novas, sendo que alguns percebem essas iniciativas como se o profes-

sor estivesse “matando” aula; a perda de interesse pelos alunos quando a atividade é repetida; a falta de reuniões de planejamento para a proposição de novas estratégias com outros colegas; o conhecimento fragmentado nas disciplinas e a quantidade de conteúdo que constituem os programas de ensino; e a cultura do privilégio da memorização no ensino escolar.

Percebe-se nessas dificuldades a tentativa de responsabilizar o outro pelos problemas que são encontrados na prática docente:

- O que poderia contribuir para solucionar problemas encontrados numa sala de aula seria: a) dar maior liberdade de ação aos professores, pois em geral estão muito limitados ao cumprimento de conteúdos; b) obter participação dos pais na escola; c) a escola ter uma supervisão atuante e parceira do professor; d) dar oportunidade aos docentes de fazerem uma educação continuada. (Professora N).

São dificuldades pertinentes, no entanto, a experiência tem mostrado que quando essas são superadas, os professores têm outras dificuldades no uso da liberdade que conseguem conquistar, no trabalho com os pais e com a supervisão escolar, e, até mesmo, no uso adequado das oportunidades de educação continuada, quando oferecidas. Isso, porque um forte elemento da profissionalização do professor é o compromisso social. É evidente que existem, sim, problemas estruturais da carreira do magistério, que, espera-se que sejam superados com o tempo.

5. Alguns princípios de natureza metodológica extraídos dos textos dos professores

A análise textual discursiva dos depoimentos de trinta professores de Ciências e Matemática, e mestrandos de um curso de pós-graduação na área de Educação em Ciências e Matemática, encaminham para um conjunto de princípios que embasam a prática que esses docentes realizam nas suas aulas. Entre os princípios percebidos destacam-se:

- esclarecer, desde o primeiro dia de aula, sobre os procedimentos didáticos que serão utilizados nas aulas, de modo que os alunos estejam cientes dos objetivos, da metodologia de trabalho, das avaliações, das regras (que poderão ser construídas junto com os alunos) e das exigências do professor;

- explicitar freqüentemente aos alunos os motivos pelos quais o professor desenvolve determinadas atividades, deixando claras as suas representações/concepções sobre ensinar e aprender;
- buscar, permanentemente, conhecer os alunos com os quais se está trabalhando, para identificar as atividades mais adequadas para serem utilizadas com o grupo, atendendo às suas necessidades de aprendizagem;
- promover discussões e compartilhamento de experiências que valorizem competências (saberes, habilidades, atitudes e valores em ação, entre outros), propiciando o crescimento formativo de todos os envolvidos;
- partir da realidade vivida pelos alunos, associando o conteúdo desenvolvido com os seus conhecimentos prévios, considerando que aprender consiste em reconstruir o que já se conhece;
- utilizar situações-problema que propiciem aulas interessantes e prazerosas, despertando a curiosidade dos alunos e a motivação interna para aprender;
- usar procedimentos didáticos variados que contribuam para a reconstrução dos argumentos dos alunos, tais como: leituras de textos, revistas e jornais; produção de textos escritos; reflexões sobre as aulas elaboradas pelos próprios alunos; vivências de pesquisas (elaboração de projetos coletivos e sua execução); atividades experimentais; envolvimento em grupos de estudo; realização de estudo de casos; realização de visitas orientadas; assistência a filmes, entre outros;
- agir como mediador no processo ensino-aprendizagem, estimulando os alunos a exercitarem formas diferenciadas de pensamento e pondo em prática a habilidade docente de contribuir para que os alunos reconstruam seu conhecimento num processo dialógico;
- firmar parceria entre professor e aluno, respeitando o tempo para aprender de cada um, contrapondo a procedimentos de ensino relacionados a “jogar” os conteúdos de forma impositiva;
- ter consciência de que a aprendizagem se dá gradativamente, no decorrer das aulas e que aos poucos o aluno vai desenvolvendo habilidades e pensamento lógico.

Esses princípios foram identificados no discurso explícito e implícito dos professores que participaram da investigação. A relevância do conteúdo desses princípios pode encaminhar para reflexões importantes

de parte de professores de Ciências e Matemática, com possibilidades de revisão e de obtenção de melhorias no ensino-aprendizagem nessas áreas. Fica evidente que para que ocorram avanços é necessária a realização de atividades criativas e motivadoras, envolvendo o aluno ativamente na sua aprendizagem, de modo a possibilitar que se torne um cidadão autônomo e responsável pela reconstrução de seu conhecimento. É esperado que esse discurso se concretize nas práticas docentes, para o bom aproveitamento do tempo escolar.

6. Considerações finais

Após leituras e análises feitas, é possível afirmar que cabe a cada professor promover mudanças em suas atividades escolares, incluindo as de natureza metodológica. É necessário evitar que “quadros-verdes” completamente preenchidos que, às vezes, constituem o único recurso empregado pelo professor nas aulas, principalmente quando esses textos vão parar no caderno do aluno e nas folhas de provas. Outras formas de trabalho contribuem para que o aluno tenha prazer em estudar, a partir do autoconhecimento de suas concepções e representações prévias.

É necessário ampliar o trabalho com base nas dificuldades dos alunos, obtendo e oferecendo-lhes informações que possibilitem a reestruturação significativa e mais científica a respeito da dúvida. É importante incentivar a pesquisa para promover a reconstrução dos conhecimentos, pois para a sociedade faz-se necessário que as pessoas, de modo independente e autônomo, aprendam a buscar, selecionar e interpretar as informações disponíveis, desenvolvendo a criatividade e a criticidade.

Para isso, é preciso que as ações e estratégias metodológicas propostas pelos professores provoquem os alunos, para que assim tenham oportunidade de vivenciar processos diferenciados. Dessa maneira, os professores estarão contribuindo para o alcance de um ensino que contribua efetivamente para a transformação social, por meio da formação de cidadãos críticos e preparados para os desafios presentes e futuros.

Referências

- ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. *Metodologia do Ensino Superior: da prática docente a uma possível teoria pedagógica*. Curitiba : IBPEX, 1998.
- DEMO, Pedro. *Educar pela pesquisa*. 3.ed. Campinas,SP: Autores Associados, 1998.
- FITA, Enrique Cártula; TAPIA, Jesús Alonso. *A motivação em sala de aula: o que é, como se faz*. São Paulo: Loyola, 2004.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 12. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.
- GANDIN, Danilo. *Planejamento como prática educativa*. São Paulo: Loyola, 1983.
- GRILLO, Marlene. O professor e a docência: o encontro com o aluno. In: ENRICONE, Délcia (Org.). *Ser professor*. 4. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 73-89.
- KISS, Claudete. *Grupo de estudos: uma alternativa para qualificar a prática construtivista interacionista nas séries iniciais do ensino fundamental*. Porto Alegre: PUCRS, 2006. (Dissertação de Mestrado)
- MARTINS, Jorge Santos. *O trabalho com projetos de pesquisa: do ensino fundamental ao ensino médio*. São Paulo: PAPIRUS, 2002.
- MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual discursiva*. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.
- MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo; RAMOS, Maurivan. Pesquisa na sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez M.R. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.
- NAIRA, Marcos Garcia. *Por dentro da sala de aula: conversando sobre a prática*. São Paulo: Phorte, 2004.
- OLIVEIRA, Glaucia Elisa de. *A reconstrução da prática docente de professoras em um grupo de estudos de professoras de Matemática*. Porto Alegre: PUCRS - Faculdade de Física, 2006. (Dissertação de Mestrado).
- RAMOS, Maurivan G. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez M.R. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.
- TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2002.
- VARGAS, Marta Cattani. *Estudo de estratégias metodológicas e avaliativas para superar dificuldades de matemática em nível médio identificadas por meio do SAEB - 2003*. Porto Alegre: PUCRS – Faculdade de Física, 2006. (Dissertação de Mestrado).

INTEGRAÇÃO DE PROPOSTAS, CONTEÚDOS E METODOLOGIAS APRESENTADOS NOS DIVERSOS CAPÍTULOS

*Regina Maria Rabello Borges*¹

*Nara Regina de Souza Basso*²

*João Bernardes da Rocha Filho*³

A integração entre os diversos capítulos que compõem este livro é relacionada ao trabalho conjunto e participativo entre professores e alunos do PPGEDUCEM e outros professores e alunos, que atuam em nível de graduação, com os quais têm sido estabelecida uma aproximação significativa. Os trabalhos envolvem propostas interativas e interdisciplinares e têm, como ponto de partida, a avaliação da situação educacional no Sul do país, por meio de consultas aos bancos de dados do INEP.

O livro se relaciona indiretamente às pesquisas desenvolvidas no projeto unificado do núcleo PUCRS/UFSC do Observatório da Educação, e contém subsídios teóricos e metodológicos que fundamentam as pesquisas individuais ligadas a ele. Conforme explicitado no capítulo introdutório, os temas dos capítulos foram escolhidos pela sua relevância frente ao embasamento dos estudos realizados e também outros, que seguem em continuidade, dentro do mesmo contexto. Entre os temas abordados estão a transdisciplinaridade, as concepções prévias e as atitudes dos estudantes,

¹ Licenciada e bacharelada em História Natural, mestrada em Educação e doutorada em Educação. É professora adjunta da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, atuando na Faculdade de Biociências e na Faculdade de Física, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, do qual é coordenadora. E-mail: rborges@pucrs.br.

² Graduada em Química, mestrada em Química e doutorada em Química. É professora adjunta da Faculdade de Química e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: nrbass@pucrs.br.

³ Licenciado em Física, especialista em Metodologia do Ensino Superior, especialista em Psicossomática, mestre em Educação e doutor em Engenharia, é professor titular da Faculdade de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS. E-mail: jbrfilho@pucrs.br.

a ação comunicativa, o compartilhamento das subjetividades, as questões éticas e metodológicas relacionadas ao meio ambiente, ao uso de animais em pesquisa e à inclusão, a exploração das planilhas, sensoriamento remoto e ambientes virtuais de aprendizagem.

Embora os capítulos possam ser lidos em seqüência diversa daquela em que foram organizados, eles apresentam conexões a serem consideradas. Segundo nossa percepção, os capítulos se distribuem em seis tópicos, ou tipos de subsídios, cujos eixos podem auxiliar a compreensão das conexões e a elaboração da síntese que propomos. Os tópicos gerais são:

- Subsídios a propostas educacionais pluridisciplinares, multidisciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares, diferenciando essas denominações e destacando, em especial, a última, ante a necessidade de reverter o esvaziamento dos cursos de licenciatura na área científica. Este tema é apresentado no capítulo 2, denominado *Desafios da realização da transdisciplinaridade na educação básica em Ciências e Matemática*.
- Subsídios voltados ao ensino e à aprendizagem de Ciências e Matemática, em relatos de pesquisas que tiveram como ponto de partida vivências de professores/mestrandos em processo de educação continuada, por meio da análise e interpretação de seus depoimentos. Este tema é apresentado especialmente no capítulo 4, denominado *Experiências de iniciação à pesquisa de mestrandos e contribuições da didática das ciências à sua formação*; no capítulo 11, denominado *As atitudes e as crenças em relação à Matemática: reflexos no processo de ensino e aprendizagem*; e no capítulo 12, denominado *Princípios metodológicos que fundamentam a prática de professores de Ciências e Matemática*.
- Subsídios envolvendo questões éticas e/ou bioéticas, considerando a necessidade de questionamento e debate em torno de valores, na formação dos professores voltados à educação científica e tecnológica. Este tema é tratado no capítulo 3, denominado *Educação ambiental e o educar pela pesquisa: reflexões sobre a qualificação da ética ambiental*, e também no capítulo 10, denominado *Experimentação com animais não-humanos: análise crítica sobre o valor ético desta prática*.
- Subsídios sobre novas tecnologias na educação em Ciências e Matemática, assunto bastante amplo, abordado sob diferentes perspectivas. O tema é apresentado no capítulo 7, denominado *Ambientes virtuais de aprendizagem no ensino de Biologia*, que focaliza a

cultura de rede com ênfase na interação; no capítulo 8, denominada *A compreensão do conceito de função com o recurso da planilha*, que apresenta as planilhas eletrônicas como ferramentas úteis ao aprendizado de Funções no Ensino Médio de Matemática; e no capítulo 9, com o tópico *O sensoriamento remoto como recurso para a educação científica e tecnológica*, que propõe o estudo de ecossistemas com auxílio de recursos geotecnológicos, utilizando imagens de satélite.

- Subsídios para a promoção de atividades inclusivas no contexto educacional brasileiro. Este tema é apresentado especialmente no capítulo 5, denominado *Inclusão escolar: um desafio à educação Matemática*. Dada a amplitude desta abordagem, as informações apresentadas podem ser transpostas a outras disciplinas.
- Subsídios voltados a novas maneiras de trabalhar com recursos didáticos tradicionais, como os livros-texto. Este tema é abordado no capítulo 6, denominado *A problematização necessária no ensino de Ciências e o livro didático*.

Uma síntese deste livro possivelmente poderia ser elaborada a partir da perspectiva da urgência do trabalho cooperativo de professores da área científica. Os diferentes aspectos da problemática educacional, aqui abordados, têm em comum o estreitamento dos vínculos que a educação científica deve manter com o cotidiano tecnológico, epistêmico e ético da sociedade contemporânea, de uma forma geral, e da comunidade escolar, de uma forma particular.

Essa convergência, porém, somente pode ser alcançada se o professor se mantiver receptivo às inúmeras oportunidades de educação continuada que se apresentam ao longo de sua carreira profissional, assumindo em sua própria vida a condição de ser em permanente desenvolvimento. A formação inicial de um professor, então, passa a ser entendida, simplesmente, como uma das primeiras etapas de uma trajetória na qual a autonomia intelectual vai sendo gradualmente e indefinidamente ampliada.

Mas não se trata de colecionar certificados e títulos. Embora estas credenciais institucionais sirvam para consubstanciar os reflexos da formação continuada na carreira do professor, somente a ampliação da capacidade reflexiva e de inovação metodológica pode dar amparo à melhoria da qualidade da educação científica que o professor pratica. Por isso, os temas apresentados nos capítulos deste livro envolvem recorrentemente dois eixos: o incentivo à ação reflexiva e a proposição de novas metodologias.

A reflexão é o primeiro eixo global porque sem ela o professor deixa-se transformar em marionete do Sistema, mantenedor do statu quo, replicador de teorias alheias, que abdica de seu legítimo direito à intervenção social. Sem reflexão a ação se torna vazia e o professor é impedido de atuar em sua comunidade como um promotor do desenvolvimento de seus concidadãos, deixando-se manipular por ideólogos de todos os tipos, impelindo outros a também se tornarem incapazes. A reflexão e a meta-reflexão constituem, assim, mecanismos por meio dos quais o professor vem a transformar-se em autor de sua própria história.

E a inovação metodológica, que constitui o segundo eixo global do livro, é apresentada como forma de exercitar a capacidade criativa que caracteriza o professor de Ciências e Matemática. A experimentação e o uso de recursos metodológicos ajustados à contemporaneidade são fatores de estímulo à aprendizagem e à permanência do estudante no sistema educacional.

Por fim, todos os capítulos contêm dados sobre os autores, incluindo seus endereços eletrônicos. Convidando à leitura, temos a expectativa de estabelecer contatos e interagir com você, leitor/a, realimentando essa busca incessante por novos subsídios à melhoria da educação científica e tecnológica no país.