

Avaliação de Um Estudo de Biomas Brasileiros Mediante Sensoriamento Remoto: contribuições à formação de professores de Ciências

JULIANA MARIANI SANTOS¹, REGIS ALEXANDRE LAHM², REGINA MARIA RABELLO BORGES³

¹Mestre em Educação em Ciências e Matemática -PUCRS, ju.mariani@gmail.com

²Faculdade de Geografia- PUCRS, lahm@pucrs.br

³Faculdade de Biociências e Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - PUCRS - rborges@pucrs.br

Resumo. Este artigo apresenta uma pesquisa realizada junto a uma turma de licenciandos em Ciências Biológicas, no contexto de um estágio docente. Eles vivenciaram uma oficina pedagógica sobre biomas brasileiros, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta, e avaliaram contribuições desse estudo à sua formação como professores de Ciências. Os instrumentos para coleta de dados foram aplicados em sala de aula antes, durante e após a oficina, e as informações obtidas foram submetidas a uma Análise Textual Discursiva. Como resultado, os licenciandos destacaram contribuições do sensoriamento remoto à análise crítica dos biomas brasileiros e evidenciaram avanços na construção de novos saberes, bem como na sua formação docente, reconhecendo a importância da atualização da educação em Ciências nas escolas de modo integrado à formação dos professores.

Abstract. This paper presents a research conducted with a class of students in Biological Sciences as part of a probationary teacher. They experienced an educational workshop on Brazilian biomes, using remote sensing as a tool, and assessed contributions to the study of their training as teachers of science. The instruments for collecting data were used in the classroom before, during and after the workshop, and the information obtained were subjected to a Discursive Textual Analysis. As a result, the students highlighted the contributions of remote sensing for a critical analysis of Brazilian biomes and demonstrated advances in construction of new knowledge and in their teacher training, recognizing the importance of upgrading the science education in the schools in an integrated manner to the teachers education.

Palavras-chave. biomas brasileiros; sensoriamento remoto; formação de professores; ciências biológicas; educação em ciências.

Keywords. Brazilian biomes; remote sensing; teacher training; biological sciences; science education.

Introdução

O Brasil reúne em seu território a maior biodiversidade do Planeta. Nele encontram-se 70% de todas as espécies de animais e vegetais do mundo e, no entanto, é um dos países com a menor porcentagem de áreas protegidas (WWF, 2007). Por isso, o estudo dos biomas e ecossistemas é importante para o desenvolvimento de uma consciência ecológica no país e é necessário atualizar a formação de professores de Ciências neste sentido.

Nessa perspectiva, foi realizado um estágio docente supervisionado que promoveu uma oficina didático-pedagógica, envolvendo licenciandos em Ciências Biológicas, voltada ao estudo dos biomas brasileiros em aulas de Ciências no ensino fundamental, utilizando a tecnologia do sensoriamento remoto e o recurso das imagens de satélite. Os biomas foram discutidos

considerando diversos aspectos: importância, localização, biodiversidade, clima, pluviosidade, solo, relevo e impactos ambientais.

O acompanhamento e a avaliação do trabalho aconteceram no contexto de uma pesquisa (SANTOS, 2009). O objetivo geral foi avaliar uma proposta educacional sobre biomas em um trabalho integrado com licenciandos de Ciências Biológicas, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta. Este objetivo se desdobrou em quatro objetivos específicos: identificar as idéias prévias dos participantes quanto aos biomas e sensoriamento remoto; orientar e avaliar seu desempenho na aplicação, em sala de aula, do sensoriamento remoto como ferramenta no ensino de Ciências; avaliar contribuições do estudo à aprendizagem de conceitos de ecologia; avaliar a proposta no contexto da formação de professores de Ciências.

O presente artigo visa a divulgar os resultados da pesquisa, com ênfase na avaliação feita pelos participantes, considerando a importância do preparo do professor nos cursos de formação e, também, em sua educação continuada. Após apresentar alguns subsídios sobre biomas e sensoriamento remoto, é comentada a metodologia da pesquisa, caracterizando os sujeitos, os procedimentos e instrumentos para coleta de dados (no contexto da metodologia de ensino) e a metodologia utilizada para a análise. O artigo prossegue com as categorias de análise das informações, interpretação e discussões acerca dos dados obtidos e, finalmente, os resultados e as considerações finais.

Seguem alguns subsídios e considerações iniciais sobre o tema da pesquisa.

Biomas Brasileiros e recursos para seu ensino

A biodiversidade da fauna e da flora depende de muitos fatores, como o clima característico de cada região. Dependendo da latitude e longitude, este 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, há diferentes formas de vida, constituindo os biomas, que são ecossistemas terrestres. Os limites para um bioma são estabelecidos a partir da constituição da vegetação clímax de cada um desses ambientes (ODUM, 1998, 2004).

Os biomas podem ser classificados de modo diferente, dependendo do autor, mas há consenso quanto aos principais biomas do mundo: tundra, taiga, florestas temperadas, florestas tropicais, campos e desertos. No Brasil, havendo grande variabilidade de luminosidade e clima, existem diferentes biomas. Os principais, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (BRASIL, 2007a) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (BRASIL, 2007b), são a Amazônia, a Caatinga, a Mata

Atlântica, o Cerrado, o Pantanal e o Pampa, ou Campos do Sul. Durante a vivência da proposta, os licenciandos tiveram a oportunidade de visualizar esses biomas por imagens de satélite. D'Ambrosio (1997) considera a educação como um espaço para esse tipo de abordagem, pois a situação atual dos biomas gera polêmica e precisa ser tratada criticamente.

A Figura 1 mostra o mapa da delimitação original dos biomas brasileiros, segundo o IBGE.



Figura 1 – Distribuição dos biomas brasileiros¹

Os livros didáticos trazem ilustrações semelhantes à da Figura 1, mas os biomas podem ser percebidos como algo mais que um quebra-cabeças colorido na página de um livro, com uma abordagem que permita uma análise mais crítica. Assim, sua percepção pode ser favorecida por um recurso como o *Google Earth* (Figura 2). Novos recursos e tecnologias podem contribuir na educação científica, como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, no ensino fundamental e médio.

¹ Fonte: IBGE. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169. Acesso em: 12 out. 2007.



Figura 2 - Imagem de satélite adquirida pelo aplicativo *Google Earth*².

Antes de utilizar em aula imagens de satélite, entretanto, os professores precisam saber lidar com o recurso e orientar o aluno a interpretar as imagens.

Sensoriamento Remoto, Estudos Ambientais e Educação em Ciências

Odum (2004) considera que o estudo do meio ambiente pode ser beneficiado com o recurso das imagens produzidas por sensoriamento remoto, sejam elas obtidas de satélites, aviões ou fotografias. Purves (2007) afirma que figuras e gráficos podem capturar a essência dos biomas terrestres. Esses autores utilizam o método de combinar imagens e textos explicativos para descrever fenômenos e explicitar conteúdos, na tentativa de fazer com que a teoria seja melhor compreendida.

Segundo Novo (1992, p. 3), o sensoriamento remoto “é fruto de um esforço multidisciplinar que envolveu e envolve avanços na Física, na Físico-química, na Química, nas Biociências e Geociências, nas Ciências da Computação, etc.” Atualmente seu uso é comum na área da Biologia, para controle de áreas degradadas e para proteção ambiental, monitoramento da qualidade da água e do ar em diversas regiões e para determinar áreas de ocorrência de espécies (FLORENZANO e SANTOS, 2001; SILVA e ZAIDAN, 2004; PINHEIRO e KUX, 2005; SAUSEN, 2007). Tem aplicações em diversas áreas do conhecimento e na educação básica, mas

² Imagem adquirida do aplicativo *Google Earth* disponível em: <http://earth.google.com/intl/pt/index.html>

é ainda uma novidade tecnológica na educação científica, apesar de já terem sido desenvolvidos alguns trabalhos semelhantes a este (SANTOS JÚNIOR, 2007; LIMA e BATISTA, 2007).

Há elementos que são necessários para a obtenção das imagens de satélite. Sem eles, não há o sensoriamento remoto: o alvo, ou objeto do qual se quer obter uma imagem - uma cidade, uma rua, vegetação, água; a energia, que possibilita visualizar o alvo; os sensores, que capturam a energia refletida pelo alvo; e os satélites em órbita, que carregam os sensores e capturam as imagens utilizando a energia solar, pois não emitem sua própria radiação (NOVO, 1992).

Essa 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 em órbita captura da superfície da Terra. Este, por sua vez, não teria como capturar informações se o alvo na Terra não refletisse a radiação que chega do Sol e se propaga em ondas eletromagnéticas com a velocidade da luz (FLORENZANO, 2002). A captura de imagens depende dessa radiação refletida da superfície terrestre para o satélite, e apenas cerca de 4% de toda a energia proveniente do Sol é refletida (PINTO-COELHO, 2002). Além disso, a energia que chega à Terra não será a mesma que chegará ao sensor, pois sofre diversas mudanças na nossa atmosfera (NOVO, 1992).

As imagens são captadas em tons de cinza pelos sensores. Se o alvo reflete mais energia, a tonalidade cinza ficará mais próxima do branco, menos energia, mais perto do preto. “A partir da interpretação desses dados, é possível obter informações a respeito da superfície terrestre.” (FLORENZANO, 2002, p.10). Diversos *softwares* são utilizados para compor as imagens coloridas, fazendo combinações e possibilitando a observação de diferentes alvos. Elas são obtidas em diferentes canais, ou bandas:

Da mesma forma que é possível transmitir um jogo de futebol em diferentes emissoras de rádio e TV, que operam em diferentes frequências de energia, denominadas canais, é possível obter imagens de uma mesma área, em diferentes faixas espectrais, também denominadas **canais** ou **bandas**. (FLORENZANO, 2002, p.14)

Cada banda possibilita a observação de um alvo. Com a combinação de várias bandas, podem existir, 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.

As bandas operam nas faixas do espectro eletromagnético: banda do azul, banda do verde e banda do vermelho, que são as cores visíveis ao olho humano. As bandas do infravermelho, invisíveis aos humanos, são: banda do infravermelho próximo, banda do infravermelho médio e

banda do infravermelho distante. Assim, a cada banda é atribuída uma cor para possibilitar a distinção de um alvo em diferentes imagens. Isto foi exemplificado aos licenciandos por meio de imagens de satélite da cidade de Porto Alegre, em diferentes bandas. Pode-se notar que um alvo é visível em uma das imagens, mas não necessariamente em outra. Isso depende de como o alvo se comporta com os diferentes comprimentos de onda de cada banda.

No caso da oficina, objeto da pesquisa apresentada no artigo, os alvos investigados foram os biomas brasileiros. Cada imagem dos biomas revelou muitas informações. Foi possível identificar nas imagens rios, matas, plantações, cidades, estradas. Foram analisados elementos de um rio (o Ibicuí, localizado no Estado do Rio Grande do Sul) em época de cheia e em época de seca, além de zonas rurais, com solo exposto, sedimentos e meandros - sinuosidades das margens expostas, na época de seca, revelando o caminho que o rio percorre quando cheio.

Para melhor compreensão do processo como um todo, na apresentação da metodologia da pesquisa será descrita essa oficina, resumidamente, no contexto dos procedimentos para obter informações.

Metodologia

Sujeitos da pesquisa

A pesquisa envolveu um estudo de caso com uma turma de 19 alunos de um curso de graduação em Ciências Biológicas, opção licenciatura, em 2007/2, em um estágio docente realizado pela mestrandia. Foi realizada uma oficina didático-pedagógica, segundo nomenclatura utilizada por Santos Júnior (2007), pois a oficina foi espaço de estudo, investigação e trabalho em conjunto, oportunizando a reflexão sobre conhecimentos teóricos e a prática do ensino de biomas pelos licenciandos. Desde o início das atividades, os sujeitos foram informados de que tratava-se de uma pesquisa e mostraram-se comprometidos e envolvidos na sua realização. Ao final da oficina puderam consentir ou não, retroativamente, que as informações obtidas fossem utilizadas na pesquisa, fazendo isso por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, obedecendo a procedimentos orientados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade.

Procedimentos e instrumentos para obter informações

As informações foram obtidas em sala de aula, durante a oficina, e os instrumentos relativos à pesquisa foram os seguintes:

- questionário sobre conhecimentos prévios sobre biomas, ecossistemas, imagens de satélite e sensoriamento remoto (Quadro 1);

Questionário 1

1. O que são biomas?
2. Qual a importância dos biomas para os seres humanos e demais espécies?
3. Por que existem diferentes biomas?
4. O que você conhece sobre sensoriamento remoto e imagens de satélite? Alguma vez já teve contato com essa tecnologia?

Quadro 1. Questionário aplicado antes de iniciar atividades da oficina.

- Anotações sobre o desempenho dos licenciandos (diário da mestrandia);
- Depoimentos escritos pelos licenciandos durante os encontros (Quadro 2 - exemplo de roteiro de atividade realizada pelos licenciandos durante a oficina).
- Depoimentos gravados em um dos encontros e depois transcritos (Quadro 3, avaliação das atividades desenvolvidas).
- Roteiro de aula elaborado pelos licenciandos para estudar biomas em aulas de Ciências no ensino fundamental, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta (Quadro 4, exemplo de roteiro desenvolvido por licenciando durante a oficina).
- Depoimentos escritos para avaliação do trabalho.

ROTEIRO de AULA

Dia 04/10/07

1º Momento: Formar 3 grupos. Analisar as imagens de satélite e debater nos pequenos grupos sobre as informações destas. Construção de novas imagens a partir das entregues nos grupos. Descobrir quais biomas foram entregues ao grupo.

2º Momento: Debate do grande grupo sobre as descobertas e conclusões sobre o que as imagens mostram. Mostrar quais os biomas de seu grupo e como chegaram a essa conclusão.

Refletindo durante toda a aula...

- Que bioma é esse?
- Quais características suas podemos encontrar nas imagens?
- É livre de interferência humana? Por quê?
- As imagens de satélite, sozinhas, podem servir de referência para analisarmos um ecossistema?
- Por que imagens do mesmo local podem nos dar informações diferentes quando estão em “cores” diferentes?
- Como podemos utilizar as imagens em sala de aula, no ensino de ecologia?

3 Grupos de Imagens (identificadas com os números 1, 2 e 3), Atividades:

1. Imagens de biomas não identificados: identificá-los.
2. Imagens de Porto Alegre: identificar elementos das imagens como áreas rurais, mancha urbana, estradas, avenidas, “plumas”, corpos de água, vegetação e solo exposto. Fazer o imageamento, criar sua própria imagem a partir da imagem de satélite (com legenda), e compará-la com as dos colegas.
3. Imagens do Pró Mata e Rio Ibicuí: analisar os elementos das imagens.

Quadro 2. Atividade com imagens de satélite realizada durante a oficina.

**ESTUDO DOS BIOMAS BRASILEIROS UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO:
NOVAS TECNOLOGIAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Juliana Mariani Santos

Solicito sua contribuição para meu estágio docente na disciplina, respondendo a dois conjuntos de questões. O primeiro refere-se ao recurso do sensoriamento remoto e o segundo aborda diretamente a utilização do recurso no estudo dos biomas brasileiros.

1. Após o nosso primeiro encontro, em que apresentei a proposta, você buscou informações sobre sensoriamento remoto? Acessou por conta própria o Google Earth? As imagens de satélite eram mesmo o que imaginava?
2. O que achou mais interessante na atividade? Em que teve mais dificuldades? Consideram a possibilidade de trabalhar a atividade em aulas de ciências?

Quadro 3. Questionário 2 aplicado após o início das atividades da oficina.

Estudo dos biomas com o auxílio do sensoriamento remoto:

Objetivo das aulas: reconhecimento do aplicativo; observação geral da Terra; observação de áreas específicas escolhidas pelos alunos; estudo da vegetação, urbanização, águas e outras características de cada área específica.

Metodologia: grupos de até 3 alunos; auxílio de computador. Os alunos, com auxílio do professor, aprenderão como utilizar o aplicativo e todas as possibilidades que este oferece. Será escolhida uma região específica pelo grupo que deve, então, buscar entender e estudar as condições e características da área. Os alunos deverão fazer anotações a respeito da vegetação, grau de urbanização, qualidade das águas, entre outras características que lhes tenha chamado a atenção. A qualquer momento os alunos poderão pesquisar na internet. Será feita uma discussão com os resultados.

Quadro 4. Roteiro de licenciando de como utilizar as imagens de satélite em sala de aula.

Os licenciandos tiveram contato com as imagens de satélite por meio de aula expositivo-dialogada sobre noções de sensoriamento remoto, imagens impressas (Figura 3, exemplo de imagem analisada pelos licenciandos) e manuseio do aplicativo *Google Earth* durante encontros.



Figura 3 - Imagem de satélite do bioma Amazônia - Estado do Pará, zonas urbanas.

Fonte: *Google Earth*.

Os participantes puderam perceber os biomas por fotos e pelas imagens, sendo convidados, por fim, a construir a sua própria a partir de uma imagem de satélite de um bioma qualquer, utilizando lâmina e canetas de retroprojeter. Os trabalhos foram realizados em grupos de três, com espaço para diálogo, troca de materiais e discussão sobre as imagens dos biomas, visando à socialização das informações entre os grupos, não se restringindo somente aos três integrantes de cada grupo. Eles tiveram oportunidade de comparar e discutir suas imagens e criações, percebendo diferenças entre nuances, elementos e alvos que antes não haviam sido percebidos.

Metodologia de análise

Os dados obtidos foram submetidos a uma Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007). Conforme essa metodologia de análise, houve diversas leituras do material, seguidas por unitarização, categorização, descrição e interpretação das informações, etapas que permitiram uma análise crítica e a organização do trabalho, proporcionando ao leitor uma compreensão mais clara da articulação entre objetivos e resultados. Mas, de acordo com Moraes e Galiazzi (2007, p.198), “Não enxergamos e compreendemos as coisas como elas são, mas de acordo com nossas teorias.”

O pesquisador não é neutro, nem a leitura é neutra, mas por meio da metodologia de análise foi possível classificar, organizar e interpretar os materiais da pesquisa. A discussão e os resultados são elucidados a seguir.

Resultados e discussão

As categorias foram construídas considerando as questões da pesquisa, que serviram como referência durante a análise dos dados: conhecimentos prévios sobre o tema, desempenho dos licenciandos na oficina e repercussões e contribuições da proposta na sua formação como professores de Ciências.

O Quadro 5 apresenta as categorias finais de análise dos dados, criadas após leitura e organização dos depoimentos em unidades textuais. A primeira coluna mostra as categorias construídas devido a semelhanças de idéias nos discursos dos licenciandos, permitindo comparação com os “grupos de idéias correspondentes” registrados no lado direito da tabela.

CATEGORIAS	GRUPOS DE IDÉIAS CORRESPONDENTES
Idéias prévias sobre o tema	<p>Idéias prévias sobre biomas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biomas são ecossistemas. ▪ Existem para a sobrevivência das espécies (ênfase na biodiversidade). ▪ Deles o “homem” tira o necessário para a sobrevivência (visão antropocêntrica). ▪ Falta de conhecimento teórico sobre Biomas. <p>Idéias prévias sobre sensoriamento remoto</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Não conheciam o recurso ou desconheciam a relação entre sensoriamento remoto e <i>Google Earth</i>. ▪ Haviam tido contato, mas sem aprofundar-se.
Desempenho dos licenciandos no contexto da oficina	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fator financeiro como obstáculo para uma abordagem diferenciada. ▪ Problemas de redação. ▪ Persistência nas tradicionais maneiras de ensinar.
Repercussões e contribuições da proposta na formação de professores de Ciências	<p>Repercussões ao se utilizar imagens de satélite no processo de ensino e aprendizagem de biomas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilidades de trabalho interdisciplinar. ▪ Recurso para atividades diferenciadas. <p>Contribuições à formação de professores</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilidade de usar abordagem diferenciada nas aulas de Ciências. ▪ Construção de novos saberes. ▪ Reconhecimento de recurso para ensino e aprendizagem.

Quadro 5. Categorias de análise e grupo de idéias representantes das categorias.

Na apresentação dos resultados, os licenciandos não foram identificados individualmente por qualquer tipo de marcador, letra ou número. Suas falas distinguem-se, pelo *itálico*, das citações dos autores que fazem parte do referencial teórico e metodológico.

Idéias prévias sobre o tema

A busca de identificação dos conhecimentos prévios envolveu idéias sobre sensoriamento remoto e biomas, evidenciando que muitos tinham conhecimentos deficientes sobre ambos os temas. Quanto a biomas, houve oscilação entre noções mais acertadas, como “*São formações vegetais associadas ao clima e todas as formas de vida de uma região*”, até simplificações

como “*Áreas com determinados tipos de vida. Semelhante a ecossistema.*” Foi constatada uma confusão com outros termos, como habitat, e a razão pela qual existem tais ambientes, entre as quais mencionam a finalidade de servir para a biodiversidade, ou tornar possível a adaptação e evolução de espécies. Alguns apresentaram forte antropocentrismo: “*É da natureza, da diversidade dos biomas que retiramos recursos naturais indispensáveis para nossa vida.*” Ou ainda: “*Biomas diferentes proporcionam a capacidade de plantar diversos alimentos ou ter diferentes rebanhos.*” Outro exemplo: “*Não viveríamos sem os biomas e as espécies que neles habitam. Mesmo com o avanço industrial e a produção em massa de produtos antes só extraídos do (ilegível) ainda não se consegue fabricar tudo.*”

Quanto a idéias prévias sobre o recurso proposto, perguntou-se aos licenciandos se haviam trabalhado, ou se tiveram contato em algum momento do curso, ou em outra situação qualquer, com o sensoriamento remoto, e nenhum deles respondeu que sim. Esta situação foi uma surpresa, pois, atualmente, as imagens de satélite obtidas por sensoriamento remoto podem ser observadas em diversos lugares e tem sido divulgadas pela mídia. Softwares como o *Google Earth* e *Google Maps*³ estão cada vez mais populares, sendo utilizados por empresas para divulgação de endereços. Mas no primeiro dia da oficina, quando a mestrandia explicou o que é sensoriamento remoto e mostrou algumas imagens de satélite e suas aplicações, os licenciandos relataram que conheciam o sensoriamento remoto, embora não soubessem que era chamado assim o método de aquisição das imagens. Já as conheciam, mas não haviam questionado o que eram realmente e como eram obtidas: “[...] *Não eram exatamente o que eu imaginava, pois não sabia que poderia haver diferentes formas de observação da região dependendo da coloração e do contraste utilizado, adequando ao interesse de observação, seja água, mata, cidade...*”. Embora os registros não demonstrassem um conhecimento apurado, a idéia de que essa tecnologia possibilitava obter as imagens estava presente:

No Google Earth já vi algumas imagens, na televisão, em filmes etc., entendo como várias fotos de satélite diferentes, de diferentes tecnologias, reunidas em uma só imagem de um local desejado. Pode se observar através deles os diferentes biomas, cidades, pontas das cidades e dependendo da aproximação, até pessoas, entre outras coisas.

Em síntese, os conhecimentos prévios dos licenciandos permitiram identificar grupos específicos de conhecimentos quanto aos biomas e ao sensoriamento remoto e foram fundamentais à adequação das atividades. Para haver a aprendizagem significativa é necessário, primeiramente, tomar consciência do que já se conhece sobre o objeto de estudo, possibilitando ao aluno significar as novas informações (AUSUBEL, 1978; MOREIRA, 2000, 2003).

³ Disponível em: <http://maps.google.com.br/>. Acesso em: 12 fev 2009.

Desempenho dos licenciandos no contexto da oficina

O acompanhamento da aprendizagem dos participantes constituiu uma parte importante da pesquisa. Sob esse aspecto, os licenciandos apreciaram as vivências, conforme seus depoimentos, e reconheceram a proposta como fator relevante em sua formação, participando das atividades propostas com disposição e curiosidade. Mas partiu-se do pressuposto de que teriam conhecimentos suficientes sobre biomas e que, portanto, não haveria problemas em uma abordagem mais superficial desse assunto, concentrando o foco da oficina em uma metodologia de ensino, ao utilizar nova abordagem com um recurso diferenciado para o estudo de tal conceito. No entanto, vários licenciandos demonstraram dúvidas, como é evidenciado no depoimento: [...] *A minha maior dificuldade é que já há alguns anos não vejo este conteúdo [...]*”. Houve provável falta de conhecimento teórico ou mesmo problemas de transposição dos saberes.

Além disso, a proposta trazia implícita a expectativa de que os licenciandos, a partir dessa vivência, constatassem ser possível uma abordagem mais dinâmica, inovadora, envolvendo questionamentos, reflexão sobre a realidade e aproximando do aluno o conteúdo, utilizando-se de tecnologias que estão ao alcance deles no dia-a-dia. Mas alguns ainda se apegavam à prática da cópia e encaravam a oficina como mais uma aula para memorizar e se sair bem em uma possível avaliação, preocupando-se também em “repassar” tais práticas aos seus próprios alunos. Isso reforça a convicção de que a inovação educacional em Ciências significa bem mais do que mudanças metodológicas ou inclusão de recursos tecnológicos. Leva a uma nova forma de compreensão do próprio conhecimento a partir de alternativas da prática pedagógica que requerem transformações nas ações, nas relações, na avaliação e nos saberes envolvidos (ENRICONE e GRILLO, 2005). Mas é preciso investir bem mais neste sentido, para que seja possível uma mudança real e persistente.

Repercussões e contribuições da proposta na formação de professores de Ciências

O tema principal da pesquisa foi identificar contribuições da proposta à formação de professores de Ciências. Em coerência com o objetivo e a problematização da pesquisa, essa categoria foi subdividida em *possíveis repercussões nos processos de ensino e aprendizagem de biomas ao valer-se de imagens de satélite* e em *prováveis contribuições desta proposta na formação de professores de Ciências*, conforme avaliação dos licenciandos participantes (ver Quadro 5). Tal subdivisão da terceira categoria é apresentada e comentada a seguir.

Repercussões do uso de imagens de satélite no ensino e aprendizagem de biomas

Os depoimentos reunidos nessa subcategoria destacaram as possibilidades de trabalho interdisciplinar e a importância do recurso para atividades diferenciadas.

Na avaliação dos licenciandos, a atividade diferenciada realizada na oficina constitui uma nova forma de abordar o conteúdo, podendo auxiliar a aprendizagem do aluno:

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, tornando distante dos alunos.[...]

A expressão e o sentido de “tornar próximo” manifestou-se algumas vezes no discurso de diferentes licenciandos: “[...] E faria um link com solos, água, principalmente focando os biomas brasileiros, tornando mais próximo o ambiente dos alunos. [...]” Eles destacaram a significação e o relacionamento do conteúdo com interesses e conhecimentos prévios:

[...] A turma que estou trabalhando é a sexta série e eles adoram qualquer coisa que seja diferente. Acredito que uma atividade possível de ser feita nessa turma e ao mesmo tempo atrativa para eles seria trazer imagens do Google Earth [...] Seria algo mais real, mais palpável do que apenas as características escritas na página de um livro.

Em relação a estes aspectos, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio para o ensino da Biologia recomendam uma abordagem que valorize a biodiversidade do país:

É importante criar condições para que o aluno compreenda a necessidade do manejo adequado dos recursos naturais e analise sua utilização sob aspectos históricos e perspectivas futuras. Para que ele possa, assim, reconhecer os fatores que influenciam a qualidade de vida das populações humanas e o significado do uso sustentável dos recursos naturais, para a compreensão e preservação da população humana. (BRASIL, 2008a, p. 25)

Quanto ao sensoriamento remoto, os participantes reconheceram que é um recurso importante para sua prática pedagógica:

[...] Torna realidade para o aluno conceitos e matérias dadas, fatos ocorridos e evolução desses fatos na natureza. Com certeza essa metodologia traz uma curiosidade enorme para os alunos de qualquer idade e torna a aula interessante e diferente. Acho a idéia maravilhosa.

Achei bem interessante porque envolve o aprendizado e a observação, facilitando assim a compreensão dos alunos. Acho que o Google Earth é uma ótima ferramenta para trabalhar em aulas de Ciências, principalmente com o estudo dos biomas.

Os licenciandos enfatizaram a idéia de conscientizar os alunos sobre as ações antrópicas, desenvolvendo atividades capazes de propiciar uma nova visão dos ambientes, nas quais seja feita uma reflexão sobre o que se observa nas imagens quanto a áreas agrícolas, avanço urbano, poluição e desmatamento.

O mais interessante na atividade é achar e diferenciar os biomas, que, muitas vezes, não é fácil de distinguir. Acredito que esta atividade possa ser usada com alunos de ensino fundamental e médio, distinguindo, identificando biomas, degradações do meio ambiente.

Talvez as imagens supram algumas lacunas que antes a linguagem escrita não tenha preenchido. A imagem propõe uma visão alternativa e provoca reflexão, novas impressões, ao invocar outros sentidos. Como ficou registrado no diário de bordo:

Puderam perceber as ações humanas e diferentes características das diversas regiões do nosso país, a distribuição da vegetação, muitos outros aspectos, manifestaram-se em relação aos ambientes naturais dizendo que os biomas geralmente não são vistos desta maneira, e é diferente uma visão destas para os alunos na escola.

Isto foi evidenciado em discussões durante um dos encontros em que os licenciandos manipularam e estudaram algumas imagens de satélite e pode ser demonstrado também no depoimento *“Achei mais interessante na atividade a possibilidade de poder ter contato direto com uma matéria/conteúdo que normalmente é abordado com aulas expositivas [...]”*.

Há comentários com críticas ao uso exclusivo do livro didático:

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, tornando distante dos alunos.[...]

O fator financeiro e a falta de recursos nas escolas foram considerados por muitos como uma dificuldade na aplicação de uma proposta assim em sala de aula:

[...] Considero, sim, a possibilidade de utilizar em sala de aula esta atividade, porém há um fator financeiro que dificulta, pois considerei a atividade um pouco cara e depende das condições da escola (canetinhas, lâminas, computadores, internet, material impresso).

Os licenciandos fizeram um apontamento importante quanto à questão financeira. Segundo o censo escolar realizado em 2007 (BRASIL, 2008b), apenas 11,7% dos alunos frequentam escolas privadas, enquanto 60,9% estudam em escolas municipais e 27,4% escolas estaduais. No Rio Grande do Sul eram aproximadamente 1.321.994 alunos que estudavam na rede estadual e 329.045 em escolas da rede privada, que possuem melhores condições para práticas que requerem material não muito usual para os alunos, como as canetas para retroprojetor e lâminas, além de computadores com acesso a internet. Estas estatísticas não foram consideradas na elaboração da proposta, mas foram relevantes para os licenciandos, como fica evidenciado em alguns depoimentos. Por exemplo: *“[...] Acredito que a única dificuldade de utilizar esse recurso será em escolas carentes onde não tem computador e internet.”*. Ou ainda:

“[...] Considero sim, trabalhar com este recurso, tendo a oportunidade, já que não são todas as escolas que dispõem deste recurso.”

Contribuições dessa proposta à formação de professores de Ciências

Essa subcategoria reuniu depoimentos em que os licenciandos destacaram possibilidades de usar uma abordagem diferenciada nas aulas de Ciências e de construir novos saberes, bem como o reconhecimento desse recurso para os processos de ensino e aprendizagem.

A análise dos relatos e depoimentos mostra a vontade de fazer um ensino diferente do tradicional, revela que os licenciandos consideram a proposta de utilização do sensoriamento remoto em sala de aula relevante para sua formação e para o ensino de conceitos de Ciências.

“[...] já conhecia esta ferramenta e 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.”

Na avaliação dos participantes, a utilização deste recurso em sala de aula possibilita que o aluno relacione novas informações com outras já existentes e crie conexões com o conteúdo didático e seu dia-a-dia. *“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.”* Proporciona a criação de um espaço de compartilhamento de idéias e pontos de vista, estimula o debate e a participação do aluno: *“A parte que mais gostei foi no segundo dia, em que fizemos as atividades em grupos com as lâminas e fotos. Tive dificuldade em nomear os biomas. Sem dúvida é uma ótima ferramenta para interagir com os alunos.”* A idéia de que a ferramenta possibilita interação e pode ser mais interessante para o aluno é consensual no grupo.

O mais interessante foi o fato de, com a utilização das imagens de satélite, podermos visualizar de modo mais real as diferentes formas de vegetação, relevo, etc. Como é mais próximo da gente (pois podemos ver a região onde vivemos), se torna mais compreensível, mais interessante. Minha maior dificuldade foi nas imagens onde tínhamos que identificar as diferentes coisas, era um pouco difícil diferenciar. Acho uma ótima ferramenta para utilizar em sala de aula, pois torna a aula mais interessante e interativa.”

Considerando os resultados da análise dos dados, os licenciandos entendem que o estudo do meio ambiente seja importante, na educação básica, para a formação de cidadãos com consciência ecológica e respeito ao ambiente. O estudo dos biomas faz-se necessário neste sentido. Os participantes reconhecem o sensoriamento remoto e as imagens de satélite como recursos educacionais relevantes para sua prática pedagógica, que pode ser inovadora e inspiradora tanto para professores quanto para alunos de diferentes níveis.

Enricone e Grillo (2005) fazem uma colocação sobre a educação superior em que classificam como ensino eficaz “[...] aquele que produz resultados de aprendizagem em relação ao desenvolvimento cognitivo e afetivo dos estudantes universitários.” (p.89). Elas relatam uma pesquisa realizada com estudantes de graduação, em que os mesmos davam ênfase para os resultados da aprendizagem e seus professores atribuíam maior importância ao conhecimento. Os depoimentos dos licenciandos expressam a mesma preocupação com o conhecimento, a disciplina ou matéria e o ensino em si. Mas é possível notar, por outro lado, a preocupação com o aprendizado e progresso do aluno, visando a um ensino instigante e envolvente. Este aspecto é importante para a formação de professores inseridos em época de mudanças pedagógicas e paradigmáticas, quando o foco do ensino passa do conhecimento da matéria pelo professor, ao criar possibilidades em sala de aula, para a emancipação do aluno e a construção, por ele próprio, de novos saberes, relacionando-os a conhecimentos já existentes.

Foi constatada a preocupação com o domínio da ferramenta pelos próprios licenciandos e pelos alunos: *“Primeiramente explicaria o que é o sensoriamento remoto, e como pode ser utilizado. Mostraria exemplos. Se a escola tiver laboratório de informática, a primeira aula seria mais prática.” “[...] Acho importante explicar o que é e mais ou menos como funciona a ferramenta. Principalmente que as imagens do Google Earth não são em tempo real.[...]”*

Mas é preciso que o professor tenha domínio do recurso que está utilizando para não frustrar a possibilidade de processos de ensino e de aprendizagem mais eficazes. Os depoimentos dos alunos mostram esta preocupação: *“Antes das aulas [...] já acessava o Google Earth. Os encontros me ajudaram a utilizar melhor o programa.”* Assim como é evidenciada a importância do domínio da ferramenta pelo professor, também surge a conscientização do domínio necessário do aluno, como no depoimento:

Como aplicar essa proposta em aula? Depende da turma, dos recursos da escola e do domínio deste programa (hoje o meu é razoável). Se eu aprimorasse, levaria os alunos na informática para trabalhar com os tipos de biomas, se possível, os tipos de erosão, entre outros temas. Mas acredito que se eu fizer um trabalho com os alunos neste semestre, posso levar as folhas com as imagens impressas. Afinal, não conseguiria em apenas 2 períodos ensinar os alunos a mexer no programa e ainda passar as atividades para eles fazerem.

O domínio dos conteúdos teóricos é essencial, mas para promover a aprendizagem é importante saber utilizar os recursos e conduzir as práticas pedagógicas para esse propósito.

Quanto à interdisciplinaridade, um trabalho interdisciplinar somente é possível com a integração e colaboração entre professores, com o compartilhamento de seus conhecimentos e experiências. A Biologia e a Geografia são disciplinas que possibilitam estabelecer vários

vínculos entre si e com outras áreas do conhecimento, podendo conectar-se por meio dos assuntos ligados ao meio ambiente e à ecologia. No extrato seguinte o licenciando faz referência à possibilidade de associar diferentes áreas do conhecimento:

Utilizaria este recurso em dois períodos. Em um primeiro momento explicaria aos alunos do que se trata e qual é o objetivo do sensoriamento remoto. Também seria interessante utilizar o laboratório de informática para buscar as imagens. E como atividade principal iria dar imagens obtidas com as lâminas coloridas e pedir que identificassem os biomas e apresentassem ao grupo. Também seria interessante integrar com a disciplina de geografia.

A Geografia é frequentemente lembrada como possibilidade de integração aos estudos de Biologia. Isto é evidenciado em discursos de outros licenciandos, como na citação seguinte: “O uso das imagens é possível nas mais diversas disciplinas: Geografia, Matemática, Ciências. Acho que seria bem interessante trabalhar os biomas, distâncias, desmatamento, poluição...”

O trabalho interdisciplinar é considerado possível pelos licenciandos utilizando-se o recurso para estudos do meio ambiente. Assuntos de diferentes áreas do conhecimento podem ser trabalhos no estudo dos biomas, possibilitando um ensino menos compartimentalizado: “Poder usar esta ferramenta para integrar diversos assuntos, fazer com que os alunos possam interagir mais, já que é bem dinâmico e interessante. [...]”. O depoimento abaixo traz noções deste tipo de abordagem ao mencionar as possibilidades de trabalhar assuntos relacionados à Biologia, Geografia e Física:

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 as dimensões, cores e formas, senso de localidade, aprofundamento das imagens trabalhadas. [...] 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.

A interdisciplinaridade é aspecto importante da prática pedagógica, pois é o exercício de um ensino menos fragmentado, ampliado, levando em consideração a complexidade e totalidade dos assuntos estudados, visando situar-se historicamente e proporcionar uma visão diferenciada da realidade (ROCHA FILHO; BASSO; BORGES, 2006, 2007; D’AMBRÓSIO, 1977). É importante para os professores em formação terem contato durante sua formação com possibilidades de ferramentas, técnicas, metodologias e didáticas que permitam uma prática na qual os conteúdos pré-estabelecidos não sejam limitados, mas que superem os limites da disciplinaridade, articulando os componentes do currículo, integrando conceitos, permitindo que o aluno construa seus conhecimentos a partir de um ensino contextualizado e atualizado.

Embora o artigo tenha focalizado a avaliação dos licenciandos à proposta, convém, neste momento, fazer uma retrospectiva e uma síntese integradora da pesquisa como um todo. Após

discussões pertinentes às três categorias de análise, foi possível notar que os licenciandos possuíam alguns pressupostos teóricos não muito corretos sobre biomas, havendo algumas falas carregadas de um antropocentrismo forte. Mas os depoimentos, em geral, mostraram que os licenciandos reconhecem estes ambientes como de grande relevância para o ser humano e também para o equilíbrio do meio ambiente. Percebem as ações humanas nas imagens de satélite e há certa inquietação, evidenciada como vontade de discutir durante a oficina e com seus alunos sobre desmatamento, avanço da população e outros impactos ambientais decorrentes destas ações. Tais discussões valorizam a abordagem CTS na educação em Ciências, permitindo relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente ao aprofundar conhecimentos científicos (DELIZOICOV e AULER, 2006).

Após trabalhar com as imagens de satélite, os participantes puderam relacionar conhecimentos já existentes a novos, identificando o sensoriamento remoto como técnica de captação das imagens de satélite que já conheciam, e perceber novos aspectos desta tecnologia no dia-a-dia. O sensoriamento remoto passou a ser visto como ferramenta útil para os processos de ensino e aprendizagem sobre biomas.

Os licenciandos demonstraram grande curiosidade pelas imagens e pelas possibilidades de se utilizar este recurso na escola. Surgiram idéias de trabalhos com diferentes áreas do conhecimento, integrando saberes, assim como assuntos diferentes com uma metodologia envolvendo as imagens, criando oportunidade para um trabalho interdisciplinar. Houve relatos de que a ferramenta pode contribuir para o estudo dos biomas, instigando os alunos, despertando curiosidade e oportunizando espaço para participação, além de propiciar novas interações entre alunos e entre alunos e professores.

Segundo os licenciandos, os biomas podem ser vistos de uma maneira diferenciada com o sensoriamento remoto. Eles afirmam que passaram a encarar a ferramenta de outra maneira e adquiriram noções básicas importantes. Consideram que, fazendo das imagens de satélite um recurso didático e tendo domínio do recurso, o professor pode oportunizar a aprendizagem de conceitos científicos, partindo de conhecimentos do senso comum e mediando a construção de novos saberes.

Considerações finais

“O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras.”
(BACHELARD, 1996)

A pesquisa apresentada neste artigo (SANTOS, 2009) foi realizada no contexto de uma oficina didático-pedagógica, na qual foi utilizada, conforme descrito na dissertação de mestrado de Santos Júnior (2007), a tecnologia do sensoriamento remoto. Em ambas foi oportunizada uma integração entre conhecimentos teóricos e a prática do ensino, mas na pesquisa aqui focalizada houve, especificamente, um aprofundamento do estudo de biomas pelos licenciandos.

Além de aprofundar a reflexão sobre o que são os biomas brasileiros, sua importância e como o ser humano os afeta, os licenciandos refletiram sobre a proposta que vivenciaram. A partir das atividades desenvolvidas no estágio, eles puderam avaliar a adequação da proposta em sala de aula, além de debater as possibilidades de um trabalho interdisciplinar e potencialidades deste recurso na escola. Seus depoimentos revelam como perceberam e avaliaram a proposta, o que pensam quanto à possibilidade de aplicar o recurso na educação, seus conhecimentos prévios sobre o tema, reflexões acerca do meio ambiente e possíveis contribuições a sua formação como professores de Ciências.

O ser humano vive hoje em um estado de alerta para as condições ambientais e nossas atitudes perante a natureza se refletem de diversas formas em diferentes partes do mundo, na maioria das vezes de maneira negativa. O estudo dos biomas pode ser mais bem entendido pelo aluno se abordado de maneira diferenciada. De acordo com os sujeitos desta pesquisa, há possibilidade de que o sensoriamento remoto possa ter espaço na educação, auxiliando a prática do professor quanto à inovação e instigando os alunos a criticar, construir conhecimentos e relacionar os novos saberes aos preexistentes.

Entretanto, houve, no processo de análise, a manifestação de algumas contradições. Alguns participantes embasavam seus depoimentos em práticas tradicionais, evidenciando no discurso uma ênfase na idéia de transmitir conteúdos, o que persiste em meio às mudanças lentas que ocorrem na escola e em cursos de formação. Isso deve ser levado em consideração em propostas inovadoras, para evitar surpresas e decepções, que não estiveram ausentes no decorrer da pesquisa aqui apresentada.

Tudo isto reforça e alimenta uma convicção: o educador necessita não ser somente capaz de acompanhar as mudanças, os avanços tecnológicos, mas também de inovar e desenvolver novas competências para a qualificação e consolidação de um novo ensinar, baseado na visão crítica do mundo, na busca pela formação de um cidadão consciente do meio ambiente e pleno em sua

condição humana. Neste sentido, o processo de ensino, priorizando o diálogo, o debate e a análise crítica da realidade, favorece a formação da autonomia e da identidade do cidadão responsável, político e ético, e o professor poderá exercer o papel de inovador e humanizador no ensino.

Referências bibliográficas

AUSUBEL, D. *Psicologia educativa: um ponto de vista cognitivo*. México: Trillas, 1978.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2007.

_____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2007a.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Orientações curriculares para o Ensino Médio*. Volume 2 - Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Capítulo 1 - Conhecimentos de Biologia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=680&Itemid=704>. Último acesso em: 12 set. 2008a.

_____. Ministério da Educação / INEP. Censo Escolar 2007. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/basica/censo/Escolar/Sinopse/sinopse.asp>. Último acesso em: 17 dez. 2008b.

D'AMBROSIO, U. *Transdisciplinaridade*. São Paulo: Palas Athena, 1997.

DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol.5, nº2, 2006, p. 337-355. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf. Último acesso em: 03 jul. 2007.

ENRICONE, D.; GRILLO, M.. (Orgs.). *Educação superior: vivências e visão de futuro*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficinas de Textos, 2002.

_____; SANTOS, V. M. N. O uso do sensoriamento remoto na educação ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...*, p.191-193. Foz do Iguaçu, 2001.

LIMA, S. F. S.; BATISTA, G. T. Implementação do sensoriamento remoto para educação ambiental básica em escolas públicas. SEMINÁRIO DE GEOPROCESSAMENTO DO VALE DO PARAÍBA, 1., Taubaté. *Anais GEOVAP 2006*, dez. 2006, UNITAU, p.38-53. Disponível

em: <http://www.agro.unitau.br/soac/viewabstract.php?id=2&cf=1>. Último acesso em: 03 jul. 2007.

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

MOREIRA, M. A. Linguagem e Aprendizagem Significativa. ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO, 2, Belo Horizonte. *Anais...*, 2000. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira. Último acesso em: 11 dez. 2007.

_____. Linguagem e aprendizagem significativa. ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 4, Maragogi/ Alagoas. *Anais...*, 2003. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira. Último acesso em: 19 jan. 2009.

NOVO, E. M. L. de Moraes. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

_____. *Fundamentos de Ecologia*. Tradução de Antônio M. A. Gomes. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004.

PINHEIRO, E. S.; KUX, H. J. H. Imagens QuickBird aplicadas ao mapeamento do uso e cobertura da Terra do centro de pesquisas e conservação da natureza Pró-Mata. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Orgs.). *Sensoriamento remoto e SIG: novos sistemas sensores; métodos inovadores*. São Paulo: Oficina de textos, 2005, p. 263-279.

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, J. B.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R. Repensando uma proposta interdisciplinar sobre ciência e realidade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, nº2, 2006, p. 323-336. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART7_Vol5_N2.pdf. Último acesso em: 03 jul. 2007.

ROCHA FILHO, J. B.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R. *Transdisciplinaridade: a natureza íntima da educação científica*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

SANTOS, J. M. *Avaliação de uma oficina sobre biomas brasileiros junto à licenciandos em Ciências Biológicas, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SANTOS JÚNIOR, D. N. *Geografia do espaço percebido: uma educação subjetiva*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SAUSEN, T. M. Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais. Disponível em: <http://www.herbario.com.br/fotomicrografia07>. Último acesso em: 03 jul. 2007.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (Org.). *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF, Fundo Mundial para a Natureza). Disponível em: <http://www.wwf.org.br>. Último acesso em: 01 out. 2007.

Juliana Mariani Santos é Licenciada em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS, 2006), mestre do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEDUCEM, PUCRS, 2009) e trabalha principalmente com Educação Científica e Tecnológica e Formação de Professores de Ciências.

Régis Alexandre Lahm possui Mestrado em Sensoriamento Remoto (UFRGS, 1995) e Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (UFRGS, 2005). É professor da PUCRS nos cursos de Geografia e Engenharia Civil e professor/pesquisador do Instituto do Meio Ambiente/PUCRS. Ministrou disciplina no PPG em Educação em Ciências e Matemática. Atua principalmente em Geociências, geoprocessamento, cartografia, sensoriamento remoto, modelagem de circulação hídrica, sequestro de carbono e estimativa de taxas de sedimentação em lagos e lagoas.

Regina Maria Rabello Borges é graduada em História Natural (PUCRS, 1970), mestre em Educação (linha Educação e Ciências, UFSC, 1991) e doutora em Educação (PUCRS, 1997). É professora/pesquisadora da PUCRS e atua na Faculdade de Biociências (Graduação) e na Faculdade de Física (PPG em Educação em Ciências e Matemática - PPGEDUCEM), com ênfase em educação inicial e continuada de professores de Ciências, ensino de Ciências e Biologia, Educação de Jovens e Adultos (EJA), interdisciplinaridade, abordagem CTS, museus interativos, popularização das ciências e divulgação científica, Filosofia, História e Ensino de Ciências.