

EROSÃO DO SOLO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

KARINA LIMA TÔSTO – Universidade Federal Fluminense - kk87rj@hotmail.com

SÉRGIO GOMES TÔSTO – Embrapa Monitoramento por Satélite - tosto@cnpm.embrapa.br

LAURO CAHRLLET PEREIRA – Embrapa Meio Ambiente - lauro@cnpma.embrapa.br

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido com alunos da 6ª série do ensino fundamental no Município de Niterói, RJ. Em classe de aula foi construído 3 modelos práticos de baixo custo, envolvendo a conservação dos solos, água e problemas de degradação, sendo em seguida demonstrado os efeitos dos mesmos. De ordem geral o trabalho procurou associar e avaliar o aprendizado dos alunos com esses modelos. Especificamente procurou-se: (i) avaliar os conhecimentos prévios por meio de questionário dos alunos do ensino fundamental sobre os solos, sua importância e processos envolvidos na sua degradação; (ii) construir um modelo prático que permita a análise da degradação do solo decorrente de processos erosivos; e (iii) reavaliar por meio de um questionário, o grau de aprendizado sobre o conteúdo referente a erosão do solo e sustentabilidade ambiental. Os resultados apresentados permitem que sejam feitas as seguintes conclusões (i) com a avaliação dos questionários iniciais, foi possível verificar que os alunos, não apresentam entendimentos sobre a constituição dos solos, desmatamento e processos erosivos; (ii) a construção e aplicação dos modelos experimentais despertaram muito interesse nos alunos facilitando o aprendizado; (iii) atividade desenvolvida em um único momento não é suficiente para a mudança conceitual havendo a necessidade de outras abordagens para tópicos onde os alunos tiveram maior dificuldade no ponto de partida; (iv) o trabalho mostrou que compreensão escolar sobre a degradação dos solos pode contribuir para um melhor entendimento do desenvolvimento sustentável do recurso solo.

PALAVRAS CHAVE: Degradação ambiental; preservação ambiental; práticas de conservação.

1. INTRODUÇÃO

Não se pode falar em agricultura sustentável sem falar em qualidade do solo, principalmente no atual cenário mundial em que a população e a demanda por alimentos são crescentes e estudos mostram que em torno de 40% dos solos do mundo estão degradados. A qualidade do solo é vital para a *produção sustentável* de alimentos e fibras e para o equilíbrio geral do

ecossistema. Manter ou aumentar a qualidade dos solos pode prover uma série de benefícios econômicos e ambientais garantindo assim, a *sustentabilidade* para este recurso. Os solos de alta qualidade são produtivos, pois permitem uma alta eficiência da utilização da água e nutrientes pelas culturas. Adicionalmente, o manejo adequado do solo promove a melhoria na qualidade da água e do ar via a redução da erosão, lixiviação de contaminantes e da emissão de gases de efeito estufa.

O solo é um recurso natural que possui um importante papel ecológico, funcionando como integrador ambiental e reator, acumulando energia solar na forma de matéria orgânica, reciclando água, nutrientes e outros elementos, alterando compostos químicos, influenciando a qualidade ambiental e o funcionamento global da biosfera e é requisito indispensável para o adequado suprimento mundial de alimentos (TÔSTO, 2010).

Em livros destinados ao 6º ano do ensino fundamental, é possível encontrar diferentes definições para solo. Soares (1995) conceitua o solo como sendo a camada mais superficial da crosta terrestre que possui os fatores necessários a vida e desenvolvimento dos vegetais. Dentre as várias definições sobre o solo, Júnior *et al.*, (1998) apresentam uma mais simples ao considerar o solo como sendo uma camada superficial, geralmente de pequena espessura, onde as raízes dos vegetais se desenvolvem.

O solo, além de ser o principal substrato para o desenvolvimento das plantas pois, fornece água, ar e nutrientes, exerce também, múltiplas funções, como: (I) regulação da distribuição, armazenamento, escoamento e infiltração da água da chuva e de irrigação; (ii) estocagem e ciclagem de nutrientes para as plantas; e (iii) ação filtrante e protetora da qualidade da água e do ar (LIMA *et al*, 2004).

Embora muitas vezes negligenciado, a degradação dos solos por processos, tais como erosão, poluição, deslizamentos e assoreamentos de cursos d'água, pode ser considerado um dos mais importantes problemas ambientais e socioeconômicos atuais, que afeta tanto áreas rurais quanto áreas urbanas (BOARDMAN, 1999). A falta de sensibilidade e consciência em relação a importância do solo pode contribuir para sua degradação, seja por mau uso ou ocupação desordenada. Dessa forma, o acesso ao conhecimento sobre os solos pode auxiliar em sua conservação (LIMA, 2006; MUGGLER *et al.*, 2006).

A erosão do solo agrícola tem se caracterizado como um dos mais preocupantes problemas causados pela agricultura, tanto da perspectiva dos efeitos ambientais quanto dos problemas causados à própria produção agrícola (LOMBARDI NETO *et al.*, 1989).

Erosão é um processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água (hídrica) e vento (eólica).

O ensino de solo tem sido alvo de muitos estudos, porém se destinam em sua maioria às Universidades, havendo assim, uma considerável lacuna deste assunto no Ensino Fundamental e Médio (DINIZ *et al.*, 2005).

O conhecimento sobre o recurso solo bem como a sua importância para o ser humano podem auxiliar na sua conservação e ao mesmo tempo contribuir para o entendimento do equilíbrio e sustentabilidade ambiental.

Embora existam diretrizes curriculares para o ensinamento do tema “solo”, são encontradas limitações como a de pouca oferta de livros e estes de conteúdo pouco adequados. Além disso, muitos professores possuem pouca capacidade de avaliar criticamente o conteúdo dos livros didáticos, no que diz respeito ao ensino do solo, trazendo como consequência direta dificuldades em ensinar essa temática, ou até ensinar conceitos incorretos ou desatualizados (LIMA, 2005).

Neste contexto, verifica-se que ensino do solo é voltado principalmente o público universitário, enquanto poucos trabalhos são realizados com alunos do ensino fundamental e médio, considerando este contexto, este trabalho tem como objetivos: (i) Avaliar os conhecimentos prévios por meio de questionário dos alunos do ensino fundamental sobre os solos, sua importância e processos envolvidos na degradação dos solos; (ii) Construir um modelo prático que permita a análise da degradação do solo decorrente de processos erosivos; e (iii) Reavaliar por meio de um questionário, o grau de aprendizado sobre o conteúdo referente a erosão do solo e sustentabilidade ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em sala de aula com uma turma de 22 alunos do 6º ano pertencente ao Colégio Estadual Aurelino Leal, localizado no município de Niterói, Estado do Rio de Janeiro. Esses alunos ainda não haviam recebidos ensinamentos sobre o conteúdo do recurso solo. Como metodologia adotou-se as seguintes fases:

Fase 1 – Elaboração de um questionário contendo 10 perguntas abertas, a fim de avaliar o nível de percepção de conhecimento dos alunos sobre o tema solo. As questões abordavam sobre a importância dos solos, processos de degradação (erosão, lixiviação, desmoronamento de morros e enchentes) e a importância sobre o uso de experimentos em sala de aula, conforme descrição abaixo.

1. Os solos são importantes para nossas vidas? Por quê?
2. Do que o solo é composto?
3. As plantas precisam do solo? Por quê?
4. Quais são as causas dos deslizamentos dos morros?
5. Por que ocorrem enchentes?
6. Como podemos melhorar e aumentar a produção na agricultura?
7. Por que após uma chuva, a água de alguns rios pode ficar com uma coloração marrom?

8. Você já ouviu falar sobre a erosão do solo? O que é isto?
9. Você acha que a retirada da mata ciliar (vegetação nas margens do rios), pode provocar escassez de água? Por quê?
10. O que você acha sobre a realização de experimentos nas aulas de ciências?

Após a análise das respostas deste questionário inicial foram realizados experimentos, abordando infiltração da água no solo, erosão, deslizamentos de terra e enchentes.

Fase 2 - Construção de 3 experimentos práticos, baseando-se em projetos já descritos na literatura (LIMA *et al.*, 2002; CAPECHE, 2009), foram confeccionados os seguintes experimentos.

Experimento 1

Materiais

- 3 garrafas pet com capacidade volumétrica de 2 litros
- Tesoura
- 3 unidades de papel filtro tamanho 12 para cafeteira
- Areia
- Argila em pó
- Húmus
- Água
- Copo medidor

Roteiro

- Cortar as garrafas utilizando a tesoura, de modo a formar um funil com a porção superior, e um recipiente coletor com a porção inferior.
- Introduzir o funil no recipiente coletor.
- Em cada funil colocar o filtro de café
- Em cada filtro, adicionar um dos materiais a ser filtrado (areia, húmus e argila).
- Adicionar água (150 ml) a cada um dos funis e observar a infiltração da água nos diferentes materiais.
- Comparar o tempo de drenagem por cada material

Experimento 2

Materiais

- 2 bandejas plásticas (40x25x7 cm)
- 2 caixas (22x10x4 cm)

- Solo
- Placa de grama
- 2 garrafas pet (1,5 L)
- Água

Roteiro

- Perfurar as tampas das garrafas, diversas vezes, de maneira a simular os furos de um regador convencional. Em seguida, preencher as garrafas com água, e fechá-las com as tampas furadas.
- Adicionar terra às duas caixas e compactá-la com as mãos.
- Acondicionar uma placa de grama em uma das caixas previamente preenchida com terra.
- Manter as caixas em uma inclinação simulando um relevo montanhoso. Em seguida regá-las com a água contida nas garrafas.
- As bandejas plásticas servem para a coleta da água e terra arrastadas.

Experimento 3

Materiais

- 1 recipiente plástico (11x11x5 cm)
- Solo
- Água

Roteiro

- Adicionar água ao recipiente plástico, simulando um rio.
- Acrescentar terra, simulando o assoreamento do curso hídrico.
- Acrescentar mais água e observar o transbordamento.

Após a realização dos experimentos os alunos responderam o questionário com as mesmas perguntas anteriores a fim de averiguar o nível de aprendizado ocorrido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de uma amostra de alunos relativamente pequena e de apenas uma turma os resultados são apresentados considerando apenas os valores absolutos. Em seguida são apresentados os resultados do primeiro questionário.

Questão 1: Os solos são importantes para nossas vidas? Por quê?

Esta questão foi formulada objetivando conhecer a importância que os alunos atribuíam ao solo. Embora a grande maioria respondesse que os solos são importantes (n=18), o número

de respostas sem justificativas foi grande (n=6). As justificativas apresentadas pelos alunos foram: 'produção de alimento' (n=8), 'nossa sobrevivência' (n=4) e 'alimenta as plantas' (n=2). Aparentemente, os alunos acreditam que os solos são de fato importantes, e atribuíram esta importância principalmente a produção de alimentos.

Questão 2: Do que são feitos os solos?

Embora o número (n=9) de alunos que não responderam a questão fosse grande, as respostas dadas pelos demais foram diversificadas, e a grande maioria atribuiu componentes corretos à composição do solo, como 'terra' (n=5), 'água' (n=2) e 'areia' (n=2). Ao se falar em solo, o componente mais comum de ser visualizado é a terra, e a areia é predominante nos solos de praia. Dessa forma, estes são os compostos que estão mais presentes no cotidiano no aluno justificando o padrão de resposta obtido. Dentre os equívocos podemos citar que alguns alunos escreveram que o 'ozônio' (n=3) poderia ser um componente do solo e outros indicaram que 'meteoritos' também poderiam constituir o solo (n=2).

Questão 3: As plantas precisam do solo? Por quê?

A grande maioria dos alunos atribuiu valor de importância no solo para as plantas (n=18). A justificativa predominante foi 'sobrevivência das plantas' (n=12). Aparentemente, os alunos tem consciência da dependência das plantas em relação ao solo, entretanto, não conhecem ou não souberam explicar o real papel do solo. Alguns alunos relataram a importância do solo para as plantas em relação à 'absorção de água' (n=5), 'nutrientes' (n=3), 'realização da fotossíntese' (n=3) e à 'fixação' das mesmas (n=1) (Figura 6). Esse resultado demonstra a importância do tema solo ser abordado não de maneira isolada, e sim o integrando a outros conteúdos, destacando seu papel ecológico.

Questão 4: Qual a causa dos desabamentos dos morros?

Os alunos atribuíram os desabamentos à 'chuva' (n=13), 'moradias construídas em áreas de risco' (n=4), 'lixo' (n=3), 'desmatamento' (n=2) e 'furacões' (n=1). Apenas alguns alunos não responderam a questão (n=3), e nenhum aluno respondeu 'não sei'. De fato, as notícias de desabamentos geralmente ocorrem em períodos com índice pluviométrico mais alto, quando os terrenos ficam encharcados de água. Como a quantidade de alunos que respondeu que o desmatamento poderia contribuir para os desmoronamentos foi pequena, é possível sugerir que os alunos desconhecem a importância da vegetação para a preservação do solo.

Questão 5: Por que ocorrem as enchentes?

Embora a maioria tenha respondido um número expressivo de alunos não respondeu esta questão (n=5). As causas atribuídas para as enchentes foram 'poluição' (n=12) e 'chuva' (n=4). É interessante notar que, apesar da chuva ter um papel mais notável, os alunos deram maior importância para a poluição. Pode-se pensar que este fato é decorrente da

grande divulgação através da mídia, que alerta as pessoas a não jogarem lixos nas ruas, pois estes entopem os bueiros permitindo que ocorram as enchentes.

Questão 6: Como podemos melhorar e aumentar a produção na agricultura?

Esta questão objetivava avaliar o conhecimento dos alunos quanto a mecanismos que podem ser utilizados para aumentar a produtividade agropecuária, e se sabiam associar as práticas agrícolas à degradação do solo. Muitos alunos não responderam essa questão (n=6) e alguns responderam 'não sei' (n=2). Aqueles que responderam, disseram que as possíveis medidas seriam: 'não poluir' (n=7), 'evitar o desmatamento' (n=5), 'plantar mais' (n=2) e 'cuidar do solo' (n=1). Estas são respostas típicas de alunos de área urbana que desconhecem os procedimentos da agropecuária. A resposta plantar mais pode ter como consequência a degradação do solo que por sua vez pode levar a diminuição da produtividade em longo prazo. As respostas mais frequentes não poluir e não desmatar se aplicam tanto para a área urbana como rural e são objetos frequentes da mídia e de campanhas educacionais na escola e no bairro.

Questão 7: "Por que após uma chuva as águas dos rios podem ficar com a coloração marrom?"

Nesta questão, as respostas obtidas foram na sua maioria adequadas embora nem todas as categorias esperadas tenham sido citadas: 'lixo' (n=11), 'lama que escorre' (n=8), 'areia do rio que sobe' (n=2) e 'esgotos' (n=1) foram as quatro categorias observadas. O lixo foi a categoria mais citada, demonstrando a percepção que os alunos tem do seu meio ambiente considerando que se trata de uma população urbana com contato provavelmente pequeno com corpos de água como rios e lagos.

Questão 8: "Você já ouviu falar sobre erosão? O que é isso?"

A grande maioria dos alunos informou que nunca tinha ouvido falar sobre erosão (n=12). Alguns alunos não responderam a questão (n=5) e outros disseram que não sabiam a respeito (n=2). Os alunos que responderam afirmativamente (n=3) justificaram dizendo que erosão era quando um vulcão explodia. Provavelmente esses alunos se equivocaram quanto aos conceitos erosão e erupção, por terem grafias semelhantes

Questão 9: Você acha que o desmatamento da mata ciliar pode provocar escassez de água? Por quê?

Muitos alunos tiveram dificuldades com essa questão, e foi necessário elucidar o significado das palavras **mata ciliar** e **escassez**. A maior categoria obtida nesta questão foi sem resposta (n=8). A quantidade de respostas positivas e negativas foi igual (n=6), e as justificativas foram analisadas. Para ambas as respostas, a maioria dos alunos não apresentou uma justificativa (n=6, para 'sim' e n=4, para 'não'). A única justificativa apresentada em caso de resposta negativa foi 'presença de lixo' (n=2). No caso de resposta positiva, as justificativas foram: 'desmatamento' (n=2), 'lixo' (n=2), 'enchente' (n=1), e 'árvores

caem no rio' (n=1). O número grande de alunos que não respondeu ou que respondeu 'não sei' foi grande, totalizando 14 alunos, e demonstra o pouco domínio deste conteúdo pelos alunos, já que não conseguiram associar assoreamento e desmatamento como temas relacionados.

Questão 10: O que você acha sobre a realização de experimentos nas aulas de Ciências?

Este item objetivava conhecer a opinião dos alunos quanto à aulas experimentais. Através da análise das respostas, é possível notar que muitos alunos acreditam que esses experimentos possam ser importantes para auxiliar o aprendizado (n=5), e grande parte dos alunos acham que experimentos são 'bons' (n=7) ou 'legais' (n=5). Mesmo sendo esta uma questão de opinião pessoal, alguns alunos não responderam (n=5). Esta ausência de resposta pode ser consequência da carência deste tipo de abordagem de ensino através de aulas experimentais, como relatado por dois alunos.

Durante toda a etapa de realização de experimentos, perguntas foram sendo feitas aos alunos, a fim de mantê-los alunos atentos e formulando suas próprias hipóteses sobre os resultados que seriam obtidos. De fato, os alunos prestaram muita atenção durante todos os experimentos, e demonstraram muito interesse em responder aos questionamentos.

Inicialmente, foram exibidas imagens de perfis de solo, com a presença de horizontes bem definidos, com a rocha-mãe em evidência. Estas imagens auxiliaram a discussão sobre a formação dos solos a partir dos diversos fatores agindo na rocha-mãe. Foi então solicitado que os alunos dessem exemplos de solos diferentes, e eles compararam o solo das praias com o solo presente no jardim da escola. Uma vez que os alunos perceberam que os solos podem ter diferenças, foi levantada a questão "se os solos são diferentes, será que eles absorvem a água da mesma maneira?". Após a formulação das hipóteses dos alunos foi realizada a primeira atividade experimental, sobre infiltração da água em diferentes tipos de solo. Esta atividade despertou muita curiosidade dos alunos, e estes ficaram discutindo e especulando em qual tipo de solo a água seria filtrada mais rapidamente e em qual demoraria mais. A água foi filtrada mais rapidamente na areia, e demorou mais tempo para penetrar as partículas da argila. Após os resultados do experimento, foram abordadas as diferenças na granulometria de cada tipo de solo apresentado e sobre os poros do solo, para que compreendessem as diferenças no tempo e capacidade de absorção de água de cada solo.

Após a explicação, mas antes da realização do experimento sobre erosão, foi perguntado aos alunos: "O que vocês acham que vai acontecer quando a água cair?". Esta atividade, sobre erosão dos solos, foi realizada para demonstrar aos alunos a importância da cobertura vegetal dos solos para sua preservação. Após a realização do experimento a diferença entre os dois modelos é evidente. A água que fica retida na bandeja no modelo de terreno com vegetação possui pouca terra, enquanto no modelo de terreno sem vegetação, há muita

terra, além de ser observada a formação de buracos no solo, característicos de processos erosivos. Ao término do experimento, como reforço, foi perguntado aos alunos “por que em um a terra se soltou e foi levada pela água e no outro não”. Os alunos responderam “a vegetação protege” ou “o mato não deixa a terra sair com a água”. A problemática de moradias em locais de risco e do desmatamento também foi abordada por perguntas como: “se existissem casas aqui, o que aconteceria com elas durante a chuva?” e “por que a vegetação é importante?”.

Após o experimento sobre erosão, também foi esclarecido que a chuva poderia arrastar os nutrientes e outros compostos do solo. A seguir, imagens da floresta Amazônica foram mostradas aos alunos e a seguinte questão foi levantada: “se a Amazônia possui uma vegetação tão exuberante, os solos de lá são ricos em nutrientes ou pobres?”. Os alunos responderam que havia muitos nutrientes. Então, algumas imagens de desmatamento nesta região foram mostradas aos alunos, evidenciando a pobreza do solo. Neste momento, foi possível discutir com os alunos a importância da floresta para sua própria manutenção, gerando matéria orgânica que devolve nutrientes ao solo. Os alunos ficaram muito interessados e surpresos com as conclusões obtidas a partir desta discussão.

A terra lixiviada durante uma chuva pode atingir os corpos hídricos, provocando assoreamento e redução na capacidade de reter água. As enchentes podem ter como uma das causas o assoreamento dos rios. Para que os alunos pudessem visualizar esse fenômeno, foi simulado, com um recipiente contendo areia no fundo e água um rio, e que terra lixiviada o atingiria. A seguir, se acontecesse uma chuva, esse rio transbordaria, provocando enchentes. Enquanto água estava sendo adicionada, os alunos já estavam prevendo que iria transbordar, e comentavam que a terra tinha deixado o rio mais ‘sujo’, devido à coloração escura. Foi explicado aos alunos que outros fatores também poderiam colaborar com esse problema, como lixo e falta de escoamento adequado.

Após a apresentação dos experimentos, foi solicitado que os alunos respondessem um segundo questionário, bastante semelhante ao primeiro, de forma que pudessem ser posteriormente comparados.

Questão 1: Os solos são importantes para nossas vidas? Por quê?

Resposta esperada: os solos são importantes por que dependemos deles para a produção agropecuária e construção das nossas moradias. Os solos tem papel fundamental na manutenção da qualidade da água e abriga muitos organismos que constituem os ecossistemas dos quais os seres humanos também fazem parte.

Todos os alunos responderam afirmativamente (n=21). As justificativas apresentadas foram: ‘produção de alimentos’ (n=18), ‘nossa sobrevivência’ (n=5) e ‘criação de animais’ (n=5). Diferentemente do questionário inicial, neste houve ausência de respostas sem justificativas e os alunos também passaram a considerar o solo como importante para a criação dos

animais. Após os experimentos, os alunos continuaram acreditando que o maior benefício do solo em relação aos seres humanos é fornecer subsídios para a produção de alimentos. Porém, os alunos se sentiram mais confiantes para justificarem a importância do solo, o que é evidenciado pela ausência de questionários sem resposta para esta questão. Ainda seria necessário que os alunos compreendessem a importância do solo em relação à disponibilidade e qualidade hídrica e suas relações no ecossistema, que influenciam a vida de todos os organismos, incluindo os seres humanos.

Questão 2: Do que são feitos os solos?

Resposta esperada: os solos são constituídos por matéria orgânica, água, ar e materiais inorgânicos. Terra, areia e húmus são os componentes do solo que geralmente são descritos em livros didáticos, e, portanto, era esperado que os alunos os citassem.

Os alunos apresentaram muitas respostas diferentes para esta questão e, de maneira geral, os alunos consideraram mais de um item em suas respostas. As respostas dadas foram 'terra' (n=13), 'argila' (n=11), 'pedras' (n=10), 'areia' (n=10), 'húmus' (n=7), 'adubos' (n=4), 'pedaços de rocha' (n=3), 'organismos' (n=2) e 'água' (n=1). Os alunos não mencionaram mais a presença de meteoritos nem ozônio como constituintes dos solos, e não houve presença da resposta 'não sei'. O número de alunos que não responderam também diminuiu de nove alunos no questionário inicial para apenas um aluno no questionário final. Os materiais utilizados durante a realização dos experimentos e a discussão sobre os diferentes tipos de solo contribuí para que os alunos pudessem aprender sobre a composição dos solos, ficando evidenciado através da grande queda no número dos questionários sem resposta para esta pergunta.

Questão 3: As plantas precisam dos solos? Por quê?

Resposta esperada: Sim, as plantas necessitam do solo para sua fixação, além da absorção de nutrientes e água, componentes essenciais para a realização da fotossíntese e manutenção da vida.

Todos os alunos (n=21) responderam afirmativamente e apresentaram justificativas semelhantes às do questionário inicial: 'sobrevivência e crescimento' (n=14), 'absorção de nutrientes' (n=8), 'absorção de água' (n=3), 'proteção e fixação' (n=2) e 'fotossíntese' (n=1). Exceto o item fotossíntese, todos os outros se mantiveram estáveis ou tiveram um grande aumento, demonstrando que os alunos passaram a compreender como as plantas necessitam do solo para sua sobrevivência.

Questão 4: Quais são as causas dos desabamentos dos morros?

Resposta esperada: os desabamentos podem ser causados pela ausência de vegetação protegendo o solo do impacto das gotas da chuva. Este processo é influenciado pela declividade do terreno, velocidade da enxurrada e tipo de solo.

No questionário final a ausência de respostas foi menor (n=1). O número de alunos que considerava o desmatamento como uma das causas dos desmoronamentos aumentou de 2 alunos no questionário inicial, para 11 alunos neste questionário. Estes resultados demonstram a importância e significação do experimento sobre a erosão, que tratava justamente da proteção oferecida aos solos pela vegetação.

Questão 5: Por que ocorrem as enchentes?

Resposta esperada: as enchentes são fenômenos naturais de transbordamento de um curso d'água. Este fenômeno é acentuado em áreas urbanas, devido a diminuição das áreas de drenagem com a construção de vias pavimentadas e mudanças no curso, largura e profundidade dos rios. O assoreamento também é importante, provocando diminuição na capacidade de armazenamento de água.

Em relação ao questionário inicial, este apresentou menor número de respostas 'não sei' (n=0), e de questionários sem resposta (n=2). No questionário inicial, nenhum aluno citou 'desmatamento', enquanto neste, quatro alunos citaram. Os alunos passaram a considerar a 'lama que escorre' como uma das causas das enchentes. As respostas dadas estão coerentes ao que foi proposto durante a experimentação, na qual foi realizada uma simulação de assoreamento seguido de enchente. Mais uma vez, os resultados demonstram a efetividade do uso deste modelo experimental.

Questão 6: Como podemos melhorar e aumentar a produção na agricultura?

Resposta esperada: a produção na agricultura pode ser melhorada e aumentada a partir de uma gestão do solo cultivável e implementação de técnicas conservacionistas. O uso de adubos orgânicos, por exemplo, pode ser um meio de obtenção de maior produtividade, sem contaminar o solo.

Apesar do número de respostas 'não sei' ter sido menor em relação ao questionário inicial (n=1), o número de alunos que não respondeu esta questão aumentou de seis para oito. Um menor número de alunos (n=2) considerou o item 'não poluir' como sendo efetivo no aumento da produção agrícola. Houve um aumento no número de respostas 'evitar desmatamento' (n=7) e 'cuidar do solo' (n=4). As variações foram em geral pequenas, demonstrando que a abordagem pode ter sido ineficiente para explicar e exemplificar sobre o aumento da produtividade agrícola de modo a não exaurir o solo.

Questão 7: Por que após uma chuva a água dos rios pode ficar com a coloração marrom?

Resposta esperada: com a chuva, muitas partículas de solo podem ser carregadas pela chuva e atingir os rios. Além disso, lixo também pode ser carregado. O próprio sedimento dos rios pode ser revolvido em decorrência do movimento da água e mudar a coloração do rio, tornando-o mais escuro.

Aparentemente, os alunos associaram esta questão diretamente ao experimento do rio, uma vez que a resposta predominante foi 'lama que escorre dos morros' (n=16). Alguns alunos

incluíram o item 'desmatamento' (n=2) e houve diminuição do item 'lixo' (n=5). Nenhum aluno respondeu 'não sei' e o número de alunos que não respondeu se manteve estável. De acordo com os resultados, os alunos passaram a atribuir mais importância a lama que escorre durante a enxurrada como causa da mudança na coloração dos rios, adquirindo tonalidade marrom.

Questão 8: O que é erosão?

Resposta esperada: erosão é considerada um processo de degradação do solo, e pode ser causado por vários fatores, sendo os principais a intensidade da chuva, relevo, falta de técnicas conservacionistas.

No questionário final, a pergunta "você já ouviu falar sobre erosão" foi omitida. Uma vez que foi apresentado este tema aos alunos durante a realização dos experimentos e as discussões, achou-se conveniente considerar que eles já haviam ouvido falar sobre este processo. Os alunos descreveram a erosão como 'buracos que a chuva (n=13) ou o vento (n=1) fazem no solo' e como 'terra sem vegetação que escorre' (n=5). Nesta questão, ocorreu uma grande mudança no padrão de respostas. Estes alunos se apropriaram do conceito erosão e foram capazes de explicá-lo, de maneira a estar de acordo com o que foi apresentado a eles através dos experimentos e da discussão. Novamente, o uso destes modelos se mostrou eficaz e importante para o aprendizado.

Figura 1: Comparação das respostas apresentadas para a questão "O que é erosão?" nos questionários inicial e final.

Questão 9: Você acha que o desmatamento da mata ciliar pode provocar escassez de água?

Resposta esperada: sim, pois o desmatamento favorece a evaporação das águas, além de reduzir a capacidade de armazenamento de água pelos cursos hídricos e pode provocar contaminação da água, quando partículas tóxicas são carregadas.

Os alunos novamente pediram explicações sobre escassez de água e mata ciliar. Embora o número de respostas 'não sei' tenha diminuído (n=1), o número de ausências de respostas permaneceu idêntico ao obtido no questionário inicial (n=8). O número de respostas negativas diminuiu (n=4) e o de respostas afirmativas aumentou (n=8).

Como houve um número grande de ambas as respostas ('sim' e 'não'), uma comparação das justificativas apresentadas em ambos os casos foi realizada. Quando a resposta foi 'sim', a maioria dos alunos justificou alegando que rios ficariam desprotegidos sem a mata ciliar (n=4), mas alguns não justificaram (n=3). A quantidade de ausência de justificativa foi a metade da encontrada no questionário inicial. Nos casos em que a resposta foi 'não', ocorreu diminuição no número de alunos que não justificou (n=1). Alguns alunos justificaram com 'água permanece no rio' (n=1) e 'rios ficam desprotegidos' (n=2).

Questão 10: O que você acha sobre o uso de experimentos nas aulas de Ciências?

Resposta esperada: por se tratar de resposta de opinião não há uma resposta pré-definida. Nenhum aluno respondeu 'nunca tive', 'não sei' ou apresentou a questão sem resposta. Apenas um aluno respondeu 'chato'; os demais tiveram uma posição positiva em relação ao uso de experimentos, apresentando as seguintes respostas: 'legal ou muito legal' (n=10), 'bom ou muito bom' (n=9), 'importante' (n=8), 'interessante' (n=3) e 'ótimo' (n=2). Através da análise destas respostas, é possível notar que os alunos tiveram interesse e gostaram da atividade experimental e da abordagem dada. Este fato é muito importante, pois demonstra que a atividade conseguiu atrair interesse dos alunos, uma etapa fundamental para que o aprendizado ocorra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as recomendações do PCN, o tema solo deve ser apresentado ao aluno já no primeiro ciclo, principalmente de maneira integrada a outros temas de cunho ambiental. No segundo ciclo, o aluno já deverá ser capaz de compreender processos relacionados ao solo (BRASIL, 1997). Através da análise das respostas apresentadas no questionário inicial, nota-se que os alunos não tiveram muita aproximação com este conteúdo, e apesar de reconhecerem a importância do solo, em sua maioria, não conseguiram atribuir causas a esta importância.

Embora para Lima (2004), os livros didáticos possam apresentar conceitos errôneos ou confusos sobre os solos, nos livros didáticos utilizados neste trabalho apresentaram definições claras e a presença de muitos exemplos, além de esquemas e imagens que auxiliam o aprendizado (SOARES, 1995; JÚNIOR *et al.*, 1998; COSTA, 2006). A abordagem mais completa e atualizada pode ser decorrente do Programa Nacional do Livro Didático, que objetiva a melhora na produção de livros didáticos.

A proposta prática desenvolvida em sala de aula pode colaborar com o ensino deste tema, podendo ser utilizada juntamente com outras propostas metodológicas, com finalidade de atingir o maior número de estudantes possível. De acordo com Laburú *et al.*, (2003), é importante que o professor possa fazer uso de diferentes estratégias para ensino de um mesmo tema, respeitando as diferenças socioculturais particulares a cada estudante.

Todo o trabalho foi realizado dentro da sala de aula, utilizando materiais simples e acessíveis, demonstrando que é possível a realização de atividades experimentais mesmo fora do laboratório de Ciências. De acordo com Guedes (2010), a ausência de atividades experimentais na sala de aula é decorrente principalmente do despreparo dos professores, e não da ausência ou carência de espaço físico e materiais, uma vez que esses experimentos possuem natureza pedagógica, e não científica. Dessa forma, o local e os materiais necessários podem frequentemente ser substituídos.

Nas questões presentes nos questionários, relativas à agricultura e à mata ciliar, os alunos tiveram muitas dúvidas e apresentaram algumas respostas incoerentes. Provavelmente os

alunos necessitariam de mais tempo e outras abordagens para sanar suas dúvidas. O tempo de explicação foi curto, e por esse motivo é possível que alguns tópicos não tenham ficado claros para os alunos. O ocorrido demonstra que o tema solo é extremamente abrangente, e precisa ser abordado em várias aulas, utilizando uma maior variedade de exemplos concretos para os alunos e fazendo uso de diferentes metodologias.

De maneira geral, os experimentos tiveram resultados positivos. Os alunos conseguiram apresentar mais justificativas para as questões apresentadas e atribuíram uma maior importância do solo, tanto para nossas vidas quanto das plantas. Os alunos também foram capazes de relacionar os fenômenos da erosão e desabamentos ao desmatamento e à falta de conservação dos solos. O número de respostas sem justificativas e o número de questões não respondidas diminuíram.

Outro fator que colabora para creditar ao trabalho uma justificativa positiva foi o interesse apresentado pelos alunos durante as explicações e realização dos experimentos. Os alunos não estavam apáticos, apenas ouvindo. Estavam atentos, curiosos e especulando sobre cada etapa. As respostas para a questão 10 demonstram que os alunos, em geral, gostaram do trabalho realizado e acreditam que aulas experimentais são importantes e podem colaborar com o aprendizado.

6. CONCLUSÕES

A partir da avaliação dos questionários iniciais, foi possível verificar que os alunos, de um modo geral, não apresentam as concepções sobre a constituição dos solos, influência do desmatamento para os solos e processos erosivos desejados para o 6º ano.

A construção e aplicação dos modelos experimentais abordando os temas de infiltração de água nos solos, erosão e assoreamento despertaram muito interesse nos alunos. Este fato pode contribuir para a significação do conteúdo, facilitando o aprendizado.

A utilização dos modelos, complementando as explicações teóricas, auxiliaram na integração dos conceitos e, portanto no aprendizado dos temas abordados.

Uma atividade desenvolvida em um único momento não é suficiente para a mudança conceitual havendo a necessidade de outras abordagens para tópicos onde os alunos tiveram maior dificuldade no ponto de partida.

Por apresentar um conteúdo extenso, o tema solo deve ser apresentado em diferentes aulas, possibilitando ao aluno uma melhor compreensão e apropriação do conteúdo estudado.

O trabalho mostrou que compreensão escolar sobre a degradação dos solos pode contribuir para um melhor entendimento do desenvolvimento sustentável do recurso solo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOARDMAN, J. IN: GUERRA, A.J.T., SILVA, A.S. & BOTELHO, R.G.M. (org). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2ª ed. 340p. 1999.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997. 136 p.
- CAPECHE, C.L. **Confecção de um simulador de erosão portátil para fins de educação ambiental**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 31 p. 2009. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicação.html> – Acesso realizado em 02 de Fevereiro de 2009.
- COSTA, A. **Ciências e interação**. 5ª série. Ed. Positivo, Curitiba, 2006.
- DINIZ, A.A., BATISTA, R.B. & SANTOS, R.F. **Popularização da taxonomia de solo**: vocabulário mínimo e aspectos sócio-econômicos no contexto do Ensino Fundamental, em São Miguel, Esperança, PB. Rev. Bras. De Ciência do Solo. V. 29, p. 309-316. Viçosa. 2005.
- GUEDES, S.S. **Experimentação no Ensino de Ciências**: atividades problematizadas e interações dialógicas. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências –Química) – Programa de Pós-Graduação em ensino de Ciências. Brasília. 145 p. 2010.
- JÚNIOR, C.S., SASSON, S. & BEDAQUE, P.S. **Ciências**: entendendo a natureza – o mundo em que vivemos. 5ª série. Saraiva, São Paulo. p.224. 1998.
- JÚNIOR, C.S., SASSON, S. & BEDAQUE, P.S. **Ciências**: entendendo a natureza – o mundo em que vivemos. 5ª série. Saraiva, São Paulo. p.224. 1998.
- LABURÚ, C.E., ARRUDA, S.M. & NARDI, R. **Pluralismo metodológico no ensino de Ciências**. Ciência e Educação, v. 9, n.2. 247-260. 2003.
- LIMA, M.R. **O solo no ensino de ciências no nível fundamental**. Ciência e Educação, v. 11, n. 3, p. 383-394. 2005.
- LIMA, M.R. **O solo no meio ambiente**. IX Encontro Paranaense de Educação Ambiental (EPEA). Curitiba. 2006.
- LIMA, M.R. **Uma análise das classificações de solo utilizadas no ensino fundamental**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Projeto de Extensão Universitária Solo na Escola, 2004. Disponível em: <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/analiseclassificacaosolos.pdf>
- LIMA, V.C.; LIMA, M.R.; SIRTOLI, A.E.; SOUZA, L.C.P.; MELO, V.F. **Projeto Solo na Escola**: o solo como elemento integrador do ambiente no ensino fundamental e médio. *Expressa Extensão*, Pelotas, v. 7, n. especial, 2002.
- MUGGLER, C.C., SOBRINHO, F.A.P. & MACHADO, V.A. **Educação em solos**: princípios, teoria e métodos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30:733-740, 2006.
- SOARES, J.L. **A Terra**: preservação ambiental, ar, água, solo, ecologia e saúde. 1º grau. Ed. Moderna, São Paulo. 1995.
- SOARES, J.L. **A Terra**: preservação ambiental, ar, água, solo, ecologia e saúde. 1º grau. Ed. Moderna, São Paulo. 1995.
- TÔSTO, S.G. **Sustentabilidade e valoração de serviços ecossistêmicos no município de Araras, SP**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, p. 217. 2010.